



## 쇄설성 저어콘 U-Pb 연대 측정을 이용한 백악기 의성소분지 사암의 퇴적시기와 기원지

최태진\* · 권민규

조선대학교 에너지자원공학과

### 요 약

경상분지 하양층군의 퇴적시기와 기원지의 변화를 규명하여 하양층군의 퇴적 당시 경상분지 일대의 지구조 변화를 추정하기 위하여 의성소분지 하양층군 사암들의 쇄설성 저어콘 U-Pb 연대를 측정하였다. 8개의 사암 시료에서 분리한 쇄설성 저어콘 입자로부터 2941 ~ 96 Ma의 범위를 보이는 761점의 일치연대를 얻었다. 저어콘 입자들은 주로 고원생대(2490~1694 Ma), 트라이아스기(250~203 Ma), 쥐라기(196~153 Ma), 백악기(110~96 Ma)에 생성되었으며, 일부 입자는 고생대와 신원생대, 중원생대에 생성되었다. 저어콘의 연대 분포를 통해서 점곡층, 사곡층, 반야월층의 최대퇴적시기를 각각 105, 100, 96 Ma로 제한할 수 있다. 의성소분지 하양층군 사암의 쇄설성 저어콘의 연대분포는 시간에 따라 변화하며, 후평동층과 점곡층 사이, 점곡층과 사곡층 사이에서 큰 변화를 보인다. 이러한 저어콘 연대 분포를 하부층군이자 기반암인 북부 신동층군 사암의 저어콘 연대분포와 일본의 부가복합체 및 육상분지 사암의 저어콘 연대분포와 통계적으로 비교하였다. 그 결과 점곡층의 퇴적 시기부터 본격적으로 일본으로부터의 퇴적물 공급이 있었으며, 사곡층과 춘산층이 퇴적되는 동안에는 영남육괴와 일본으로부터 영향을 받았던 것으로 추정된다. 이와 같이 일본으로부터의 퇴적물 공급은 점곡층의 퇴적 당시 경상분지 동부에 화성활동으로 인한 고지대 형성에 의한 것으로 여겨진다.

**주요어:** 경상분지, 하양층군, 퇴적물 기원지, 쇄설성 저어콘 U-Pb 연대

**Taejin Choi and Min Gyu Kwon, 2019, Depositional age and provenance of the sandstones in the Cretaceous Euseong subbasin inferred by detrital zircon U-Pb age dating. Journal of the Geological Society of Korea. v. 55, no. 5, p. 551-581**

**ABSTRACT:** Analyses on the U-Pb ages of the detrital zircons of the Euseong subbasin sandstones were carried out to estimate depositional period and provenance of the Hayang Group in the Gyeongsang Basin, and to infer the tectonic changes in the Gyeongsang basin. We obtained 761 concordant ages with a range of 2941 to 96 Ma from 800 zircon grains separated from eight sandstone samples. The zircons mainly consist of the Paleoproterozoic (2490 ~ 1694 Ma), Triassic (250 ~ 203 Ma), Jurassic (196 ~ 153 Ma), and Cretaceous (110 ~ 96 Ma) grains with minor Paleozoic, Neoproterozoic, and Mesoproterozoic ones. According to the zircon age distribution, the maximum depositional periods of the Jeomgok, Sagok, and Banyawol formations can be constrained to 105, 100, and 96 Ma, respectively. The detrital zircon age spectra of Euseong subbasin vary over time and show significant changes between the Hupyeongdong and Jeomgok formations, and between the Jeomgok and Sagok formations. The zircon age distributions were statistically compared with those of the northern Shindong Group sandstones, the underlying strata and also bedrock of the Hayang Group, and those of the Japanese accretionary complex and terrestrial basin sandstones. As a result, sediment supply from Japan began during Jeomgok Formation deposition, and it was continued with that from the Yeongnam Massif during the deposition of the Sagok and Chunsan formations. Such sediment supply from Japan is supposed to be caused by the formation of highlands due to volcanic activity in the eastern part of the Gyeongsang Basin, during the Jeomgok Formation deposition.

**Key words:** Gyeongsang Basin, Hayang Group, sedimentary provenance, detrital zircon U-Pb age

(Taejin Choi and Min Gyu Kwon, Department of Energy Resources Engineering, Chosun University, Gwangju 61452, Republic of Korea)

\* Corresponding author: +82-62-230-7867, E-mail: tchoi@chosun.ac.kr

1. 서론

경상분지는 한반도 남동부에 분포하는 백악기 육성 퇴적분지로서, 한반도의 백악기 층서의 기준이 된다. 경상분지 퇴적물은 퇴적동시성 화성활동의 빈도에 따라서 하부로부터 신동층군, 하양층군, 유천층군으로 나뉘는데, 상부로 갈수록 화성활동이 빈번하게 일어났던 것으로 알려져 있다(Chang, 1975). 경상분지는 전기 백악기(Aptian; Lee *et al.*, 2010) 당시 고태평양판의 섭입과 관련되어 분지가 열린 것으로 추정된다. 분지가 열리고 신동층군이 쌓일 당시 경상분지는 서쪽 경계부 인근에 남북 방향으로 긴 형태로 퇴적되었으며(낙동곡분; Chang, 1987), 주로 선상지, 하성, 호소 환경에서 퇴적되었다(Choi, 1986).

반면 하양층군의 퇴적 당시에는 경상분지가 확장되어 경상도 대부분에 해당하는 크기의 퇴적분지에서 간헐적인 화성활동을 동반하여 퇴적작용이 일어났으며, 주로 하성 및 호소 환경에서 퇴적되었다(Chang, 1970, 1987). 하양층군은 세 개의 독립된 소분지로 나뉘어 퇴적되었는데, 북쪽으로부터 영양소분지, 의성소분지, 밀양소분지로 불린다. 이 세 소분지는 각각 독립적인 침강과 퇴적의 이력을 가지는 것으로 알려져 있다. 또한 신동층군은 주로 영남육괴로부터 퇴적물이 공급된 반면, 하양층군은 일본의 부가복합체로부터도 퇴적물이 공급되었다(Lee and Kim, 2005; Lee, 2009; Chough and Sohn, 2010 and references therein).

이와 같이 신동층군과 하양층군은 퇴적환경, 퇴적 당시 화성활동의 유무, 층서, 기원지 등에서 다양한 차이를 보이며, 두 층군이 쌓이는 사이에 지구조적인 변화가 있었음을 짐작할 수 있다. 따라서 이 연구에서는 두 층군의 퇴적 당시 일어난 기원지 변화와 그러한 변화가 일어난 시기를 추정하고, 당시 일어난 지구조적인 변화를 규명하기 위하여, 의성소분지의 하양층군 사암의 쇄설성 저어콘 연대측정을 수행하였다.

2. 지질학적 배경

하양층군은 경상분지가 동쪽으로 확장되면서 퇴적되었으며, 퇴적은 간헐적인 화산활동을 동반하며 이루어졌다(Chang, 1970, 1987). 하양층군의 퇴적 시기는 식물화석 및 화분화석에 의하여 Aptian-Albian

**Table 1.** Stratigraphy of the Hayang Group in the Euseong and northern Milyang subbasins (after Chang, 1987, 1988; Chough and Sohn, 2010).

|              | Euseong Subbasin | Northern Milyang subbasin            |
|--------------|------------------|--------------------------------------|
|              |                  | Geoncheonri Fm.                      |
|              | Chunsan Fm.      | Chaeyaksan volcanics<br>Banyawol Fm. |
|              |                  | Gusandong Tuff                       |
| Hayang Group | Sagok Fm.        | Haman Fm.                            |
|              |                  | Hakbong volcanics                    |
|              | Jeomgok Fm.      | Silla Conglomerate                   |
|              | Hypyeongdong Fm. | Chilgok Fm.                          |
|              | Iljik Fm.        |                                      |

으로 추정된다(Choi, 1985, 1987; Seo, 1985). 의성소분지는 영남육괴의 선펠브리아가 변성암, 주라기 화강암과 경상분지 신동층군을 기반암으로 하며, 의성소분지 하양층군의 경계는 북쪽으로는 안동단층이며, 서쪽으로는 신동층군, 동쪽으로는 유천층군으로 구성된다. 신동층군 및 유천층군과의 경계는 각각 호수의 크기의 팽창 수축과 화산활동에 의한 비동시면으로 여겨진다(Choi, 1999).

의성소분지 퇴적층의 주요 암상은 사암, 이암, 역암 등이며 층서는 하부로부터 일직층, 후평동층, 점곡층, 사곡층, 춘산층으로 구성된다(표 1; 그림 1). 이중 일직층 중부와 점곡층은 호수 환경, 나머지는 하성 또는 충적평야 환경에서 퇴적된 것으로 해석된다(Choi, 1986). Choi (1999)에 의해 정리된 의성소분지 퇴적층의 특징은 다음과 같다.

최하부층인 일직층은 신동층군 진주층 위에 놓이는 자색층으로 정의되며, 층후는 약 500 m로 알려져 있다. 일직층의 상부와 하부는 자색 이암 및 실트암, 세립-중립 사암이 주를 이루는 반면 중부는 흑색 세일로 구성된다. 후평동층은 약 500 m의 두께를 가지고 하부의 구미동층원과 상부의 구계동층원으로 구성되는데, 구미동층원은 역암과 이암이 호층을 이루며 역암은 방산층 화석을 함유하는 처어트 조각을 함유하고 있다. 반면 구계동층원은 후평동층의 대부분을 차지하며 주로 자색의 이암과 실트암으로 구성된다. 점곡층은 암회색, 흑색, 녹회색 세일과 이암으

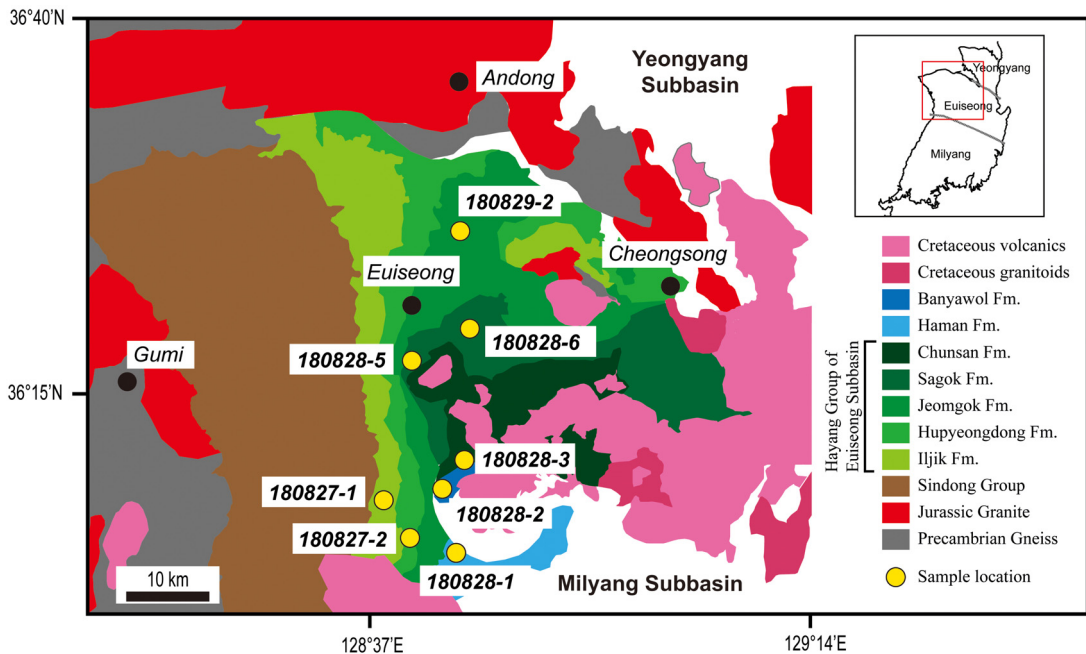
로 구성되며, 층후는 260~900 m로 다양하며 대체로 약 400 m이다. 사암과 응회암층을 포함하며, 점곡지역에서 판상 응회암층들이 발견된다. 사곡층은 자색 이암, 실트암, 녹회색 사암이 주를 이루며, 응회질 사암이 중부에서 협재된다. 층의 두께가 250~2,000 m로 매우 다양하며, 남쪽으로 갈수록 두께가 줄어든다. 의성소분지 하양층군의 최상부층인 춘산층은 약 700 m 내외의 두께로 쌓였는데, 암회색 및 자색 이암, 실트암, 암회색 셰일 및 사암으로 구성된다. 하부의 사곡층과의 사이에 구산동응회암층원이 존재하는데, 이는 약 1~5 m 두께를 가지며, 의성소분지와 밀양소분지에 걸쳐 하양층군을 남북으로 가로지르며 널리 분포하여 하양층군 층서의 중요한 건층으로 활용된다(Jeon and Sohn, 2003).

하양층군의 기원지는 하부인 신동층군과 차이를 보인다. 신동층군은 고수류 방향 연구(Chang and Kim, 1968; Koh, 1986), 암석기재학적 연구(Koh, 1974, 1986; Choi, 1986; Koh and Lee, 1993), 지화학적 연구(Lee and Lee, 2003), 석영의 음극선발광영상 및 저어콘 Zr/Hf비 연구(Lee *et al.*, 2015), 쇄설성 저어콘 연대 측정 연구(Lee *et al.*, 2017, 2018) 등 다양한 연구들

을 통해서, 주로 영남육괴를 구성하는 선캠브리아기 기반암, 트라이아스기 및 쥐라기 화강암으로부터 퇴적물을 공급받았고 일부는 옥천대의 변성퇴적암 으로부터 퇴적물을 공급받은 것으로 알려져 있다. 반면 하양층군은 고수류(Chough and Sohn, 2010 and references therein), 역암에 존재하는 처아트 역 및 그 역에 함유된 방산층(Choi, 1999; Kamata *et al.*, 2000; Mitsugi *et al.*, 2001), 광물조성(Lee and Kim, 2005), 및 지화학성분(Lee and Lee, 2003; Lee, 2009) 등 다양한 증거를 통해 영남육괴에 더하여 화산암 및 일본의 부가복합체로부터의 퇴적물 공급이 있었을 것으로 추정된다.

### 3. 실험 방법

의성소분지를 구성하고 있는 일직층, 후평동층, 점곡층, 사곡층, 춘산층과 의성소분지의 경계부 인근에 분포하는 밀양소분지 퇴적층인 함안층, 반야월층 내 사암 시료를 5 kg씩 채취하였다. 채취한 시료의 위치와 암상은 표 2에 정리되어 있다. 채취한 시료는 실험실에서 유압파쇄기, 죠 크러셔, 디스크밀



**Fig. 1.** Geological Map of the Euseong subbasin (after Kim and Lee, 1970; Kim and Park, 1970; Kwon and Lee, 1973; Lee and Hong, 1973; Kim and Lim, 1974; Oh and Jeong, 1975; Chang, K.H. *et al.*, 1977, 1978; Kim, B.G. *et al.*, 1977, 1981; Kim, Y.G. *et al.*, 1977; Won *et al.*, 1980; Chang, G.H. *et al.*, 1981; Kim, B.K. *et al.*, 1988).

**Table 2.** Locations and lithology of the samples collected in this study.

| Sample code | Location   |             | Lithology                                   | Formation        |
|-------------|------------|-------------|---|------------------|
|             | Latitude   | Altitude    |   |                  |
| 180827-1    | N36.130442 | E128.656614 | dark gray coarse grained sandstone          | Ilijk Fm.        |
| 180827-2    | N36.088231 | E128.692252 | gray medium-coarse grained sandstone        | Hupyeongdong Fm. |
| 180828-1    | N36.071629 | E128.760284 | dark gray very fine grained sandstone       | Haman Fm.        |
| 180828-2    | N36.140121 | E128.739447 | greenish gray coarse grained sandstone      | Banyawol Fm.     |
| 180828-3    | N36.169465 | E128.770904 | gray medium-coarse grained sandstone        | Chunsan Fm.      |
| 180828-5    | N36.285347 | E128.697448 | dark gray coarse grained sandstone          | Sagok Fm.        |
| 180828-6    | N36.308999 | E128.781108 | gray medium-coarse grained sandstone        | Sagok Fm.        |
| 180829-2    | N36.415310 | E128.755994 | greenish gray very coarse grained sandstone | Jeomgok Fm.      |

을 이용해 분쇄한 후 체질을 하여 250  $\mu\text{m}$  이하의 입자만 분리하였다. 이 후 자성 및 중액 분리 과정을 거쳐 중광물을 농집시킨 후, 실체현미경 하에서 수작업으로 저어콘 입자들을 분리하였다. 분리한 저어콘은 마운트를 제작한 후 내부구조를 확인하기 위해 CL (Cathodoluminescence) 사진을 촬영하여, 연대 측정지점을 결정하는 데 활용하였다. U-Pb 연대는 한국기초과학지원연구원(KBSI)의 레이저 삭마 유도결합 플라즈마 질량분석기(Laser ablation-multi collector-inductively coupled plasma mass spectrometer; LA-ICP-MS, 모델명 Nu Plasma II/NWR193<sup>UC</sup>)를 이용하여 측정하였다. LA-ICP-MS 분석은 Lee *et al.* (2018)에 기술된 분석 조건에 따라 수행되었고, 분석된 자료는 ISOPLOT 프로그램 (Ludwig, 2008)을 이용하여 처리하였다. 퇴적암에서 분리한 저어콘 시료는 다양한 지질연대를 가지는 입자들로 구성되어 있어 Pb 소실에 대한 시기를 정확히 알 수 없기 때문에, 15% 이상의 불일치 또는 10% 이상의 역불일치를 보이는 연대는 이용하지 않았다. 저어콘의 U-Pb 연대가 1,000 Ma 이상인 경우는 <sup>207</sup>Pb/<sup>206</sup>Pb 연대를, 1,000 Ma 이하인 경우는 <sup>207</sup>Pb/<sup>238</sup>U 연대를 이용하였다.

#### 4. 결과 및 해석

분석한 저어콘의 Th/U 비는 800개의 분석점 중 127개를 제외한 대부분의 분석점에서 0.1 이상의 값을 보여, 분석에 이용된 대부분의 저어콘 입자들이 화성기원(Hoskin and Black, 2000)이라는 것을 지시한다. Th/U 비가 0.1 미만인 저어콘 입자들은 대부분 1.8 Ga에 생성된 암석에 포함되어 있던 것으로

추정되며 많은 경우 납손실이 일어난 것으로 생각된다. 반면, 현생이연(Phanerozoic)에 생성된 저어콘들은 0.1 미만의 비를 가지는 입자가 거의 없다. 총 800점의 레이저 분석 결과 671개의 분석 연대가 이용 가능한 결과로 판단된다(표 3; 그림 2). 분석된 저어콘의 U-Pb 연대는 96.0 $\pm$ 0.8 Ma에서 2,941 $\pm$ 2.8 Ma 까지 광범위한 분포를 보이며, 주로 고원생대-시생대, 쥐라기, 후기 트라이아스기, 백악기 연대를 보인다. 고생대, 신원생대, 중원생대 저어콘은 소수 존재한다. 각 시료의 저어콘 연대 분포는 확률밀도분포(그림 2)와 표4에 정리되어 있다.

일직층과 후평동층은 저어콘 연대 분포가 유사하나 차이점을 보인다. 두 층 모두 전체 저어콘 입자들 중 절반 가량(49%)이 고원생대-시생대에 생성되었으며, 전기 쥐라기에 생성된 저어콘이 일직층은 27%, 후평동층은 24%로 유사한 비중을 차지한다. 반면 일직층 시료에서는 중기 쥐라기에 생성된 저어콘이 11%로 세 번째로 많은 비중을 차지하는 반면, 후평동층 시료에서는 중기 쥐라기 대신 후기 트라이아스기 저어콘이 12%의 비중을 차지하여 세 번째로 많은 연대에 해당한다.

점곡층의 저어콘 연대 분포는 하부인 일직층이나 후평동층과 다른 양상을 보인다. 점곡층은 고원생대-시생대 저어콘의 비중이 59%로 더 높아졌으며, 대신 쥐라기 저어콘의 비중이 10% 미만으로 적다. 대신 후기 트라이아스기 저어콘이 14%, 전기 백악기 저어콘이 11%를 차지한다.

사곡층과 춘산층은 중기 쥐라기 저어콘이 많은 것이 특징이다. 두 층 시료 모두 고원생대-시생대 저어콘의 비중은 각각 25%와 22%로 하부 층들보다 적

**Table 3.** Detrital zircon U-Pb ages of the Hayang Group sandstones in the Euseong and northern Milyang subbasins.

| Sample Name                       | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|-----------------------------------|------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| <i>Ijik Fm. (180827-1; n=100)</i> |      |                                  |            |                                  |            |                                   |            |  |            |  |            |   |            |              |
| 180827-1-59                       | 0.06 | 0.183                            | 0.003      | 0.0266                           | 0.0001     | 0.0494                            | 0.0007     | 170.1  | 2.3        | 169.4  | 0.83       | 179   | 17         | 1.4          |
| 180827-1-82                       | 0.09 | 0.182                            | 0.002      | 0.0268                           | 0.0002     | 0.0491                            | 0.0004     | 170.1  | 1.4        | 170.27   | 0.97       | 158   | 11         | 1.3          |
| 180827-1-18                       | 0.20 | 0.183                            | 0.002      | 0.0268                           | 0.0002     | 0.0494                            | 0.0006     | 170.2  | 1.9        | 170.7  | 1          | 178   | 16         | 1.4          |
| 180827-1-50                       | 0.59 | 0.187                            | 0.006      | 0.0269                           | 0.0002     | 0.0504                            | 0.0014     | 174.8  | 4.9        | 171.2  | 1.2        | 226   | 29         | 1.5          |
| 180827-1-42                       | 0.17 | 0.185                            | 0.004      | 0.0269                           | 0.0002     | 0.0495                            | 0.0008     | 172.7  | 3          | 171.3  | 1          | 176   | 20         | 1.5          |
| 180827-1-19                       | 0.25 | 0.186                            | 0.002      | 0.0271                           | 0.0002     | 0.0495                            | 0.0005     | 173.1  | 1.6        | 172.1  | 1.1        | 173   | 12         | 1.0          |
| 180827-1-58                       | 0.11 | 0.186                            | 0.003      | 0.0271                           | 0.0002     | 0.0497                            | 0.0008     | 173.1  | 2.5        | 172.5  | 1.2        | 202   | 20         | 1.8          |
| 180827-1-97                       | 0.21 | 0.187                            | 0.002      | 0.0272                           | 0.0002     | 0.0501                            | 0.0005     | 173.7  | 1.9        | 173  | 1.4        | 204   | 14         | 1.5          |
| 180827-1-11                       | 0.15 | 0.190                            | 0.002      | 0.0278                           | 0.0002     | 0.0496                            | 0.0005     | 176.6  | 1.7        | 176.8  | 1          | 184   | 14         | 1.4          |
| 180827-1-29                       | 0.49 | 0.198                            | 0.007      | 0.0285                           | 0.0002     | 0.0508                            | 0.0017     | 184  | 5.5        | 180.8  | 1.5        | 267   | 35         | 2.1          |
| 180827-1-38                       | 0.52 | 0.205                            | 0.007      | 0.0290                           | 0.0003     | 0.0511                            | 0.0017     | 189.6  | 5.7        | 184.2  | 1.6        | 279   | 27         | 1.0          |
| 180827-1-67                       | 0.47 | 0.205                            | 0.005      | 0.0299                           | 0.0002     | 0.0507                            | 0.0013     | 189.3  | 4.5        | 189.7  | 1.2        | 261   | 30         | 2.8          |
| 180827-1-85                       | 0.65 | 0.208                            | 0.006      | 0.0299                           | 0.0002     | 0.0506                            | 0.0013     | 191.8  | 4.6        | 189.8  | 1.1        | 288   | 32         | 1.9          |
| 180827-1-98                       | 0.32 | 0.206                            | 0.004      | 0.0299                           | 0.0003     | 0.0497                            | 0.0010     | 190.1  | 3.5        | 189.9  | 1.8        | 209   | 24         | 2.7          |
| 180827-1-21                       | 0.45 | 0.209                            | 0.007      | 0.0300                           | 0.0002     | 0.0503                            | 0.0015     | 191.8  | 5.7        | 190.6  | 1.4        | 290   | 30         | 3.1          |
| 180827-1-83                       | 0.30 | 0.206                            | 0.005      | 0.0300                           | 0.0002     | 0.0497                            | 0.0012     | 190.1  | 4.2        | 190.8  | 1.2        | 222   | 25         | 2.5          |
| 180827-1-35                       | 0.34 | 0.210                            | 0.005      | 0.0302                           | 0.0002     | 0.0503                            | 0.0011     | 193.4  | 3.8        | 191.6  | 1.2        | 218   | 24         | 1.7          |
| 180827-1-64                       | 0.66 | 0.209                            | 0.005      | 0.0302                           | 0.0002     | 0.0504                            | 0.0013     | 192.1  | 4.5        | 191.6  | 1.2        | 252   | 27         | 2.7          |
| 180827-1-71                       | 0.52 | 0.203                            | 0.009      | 0.0304                           | 0.0002     | 0.0489                            | 0.0022     | 189  | 7.7        | 192.9  | 1.4        | 332   | 45         | 2.8          |
| 180827-1-96                       | 0.50 | 0.214                            | 0.009      | 0.0304                           | 0.0003     | 0.0517                            | 0.0021     | 197.3  | 7.4        | 193.2  | 1.8        | 343   | 43         | 2.6          |
| 180827-1-99                       | 0.59 | 0.214                            | 0.006      | 0.0305                           | 0.0006     | 0.0520                            | 0.0013     | 196.9  | 5.2        | 193.4  | 3.5        | 291   | 29         | 2.7          |
| 180827-1-3                        | 0.54 | 0.213                            | 0.004      | 0.0305                           | 0.0002     | 0.0503                            | 0.0010     | 196.1  | 3.6        | 193.7  | 1.3        | 246   | 20         | 1.3          |
| 180827-1-66                       | 0.36 | 0.211                            | 0.004      | 0.0306                           | 0.0002     | 0.0501                            | 0.0008     | 194.6  | 3          | 194.3  | 1.1        | 196   | 19         | 2.0          |
| 180827-1-5                        | 0.73 | 0.212                            | 0.006      | 0.0306                           | 0.0003     | 0.0496                            | 0.0014     | 195.3  | 5.1        | 194.5  | 1.5        | 193   | 34         | 3.0          |
| 180827-1-74                       | 0.55 | 0.215                            | 0.009      | 0.0307                           | 0.0002     | 0.0516                            | 0.0022     | 196.8  | 7.8        | 194.7  | 1.2        | 362   | 44         | 3.5          |
| 180827-1-63                       | 0.31 | 0.215                            | 0.007      | 0.0307                           | 0.0002     | 0.0512                            | 0.0017     | 198.4  | 6.2        | 194.8  | 1.4        | 331   | 42         | 2.1          |
| 180827-1-34                       | 0.84 | 0.212                            | 0.008      | 0.0309                           | 0.0003     | 0.0493                            | 0.0019     | 194.3  | 7          | 196.4  | 1.6        | 302   | 53         | 3.3          |
| 180827-1-28                       | 0.49 | 0.259                            | 0.067      | 0.0330                           | 0.0011     | 0.0500                            | 0.0150     | 214  | 56         | 209.4  | 6.8        | 1000  | 180        | 27.8         |
| 180827-1-32                       | 0.66 | 0.234                            | 0.009      | 0.0339                           | 0.0003     | 0.0506                            | 0.0019     | 212.9  | 7.7        | 214.6  | 2.1        | 275   | 40         | 3.8          |
| 180827-1-14                       | 0.46 | 0.261                            | 0.003      | 0.0371                           | 0.0002     | 0.0512                            | 0.0005     | 235.6  | 2.5        | 234.7  | 1.5        | 250   | 11         | 1.3          |
| 180827-1-41                       | 0.35 | 0.259                            | 0.023      | 0.0393                           | 0.0005     | 0.0482                            | 0.0043     | 232  | 18         | 248.4  | 3          | 286   | 99         | 2.0          |
| 180827-1-13                       | 0.38 | 0.279                            | 0.009      | 0.0399                           | 0.0003     | 0.0510                            | 0.0016     | 249.2  | 7.4        | 252.3  | 2          | 246   | 40         | 2.5          |
| 180827-1-46                       | 0.14 | 0.285                            | 0.005      | 0.0400                           | 0.0004     | 0.0515                            | 0.0008     | 254.6  | 3.9        | 252.9  | 2.6        | 271   | 19         | 1.9          |
| 180827-1-62                       | 0.28 | 0.285                            | 0.003      | 0.0401                           | 0.0002     | 0.0519                            | 0.0005     | 254.4  | 2.2        | 253.6  | 1.2        | 273   | 13         | 1.0          |
| 180827-1-56                       | 0.25 | 0.331                            | 0.013      | 0.0451                           | 0.0004     | 0.0528                            | 0.0022     | 289  | 10         | 284.5  | 2.2        | 402   | 45         | 2.7          |
| 180827-1-10                       | 0.76 | 0.508                            | 0.008      | 0.0669                           | 0.0005     | 0.0550                            | 0.0008     | 416.5  | 5.5        | 417.5  | 2.9        | 397   | 20         | 1.8          |
| 180827-1-36                       | 0.17 | 0.626                            | 0.008      | 0.0793                           | 0.0005     | 0.0572                            | 0.0006     | 493.2  | 5.1        | 491.7  | 2.9        | 497   | 11         | 1.3          |
| 180827-1-70                       | 0.03 | 1.840                            | 0.010      | 0.1336                           | 0.0006     | 0.1012                            | 0.0003     | 1059.5   | 3.4        | 808.3  | 3.5        | 1646.1  | 3.4        | -30.2        |
| 180827-1-15                       | 0.09 | 2.335                            | 0.022      | 0.1556                           | 0.0014     | 0.1096                            | 0.0004     | 1222.7   | 6.8        | 932  | 7.7        | 1791.3  | 6          | -29.6        |
| 180827-1-22                       | 0.11 | 2.366                            | 0.015      | 0.1602                           | 0.0010     | 0.1070                            | 0.0003     | 1232.2   | 4.6        | 957.8  | 5.5        | 1751.3  | 3.8        | -27.6        |
| 180827-1-23                       | 0.05 | 2.750                            | 0.048      | 0.1848                           | 0.0030     | 0.1079                            | 0.0003     | 1345   | 14         | 1095   | 17         | 1766.6  | 3.5        | -59.5        |
| 180827-1-48                       | 0.05 | 2.794                            | 0.034      | 0.1884                           | 0.0021     | 0.1079                            | 0.0003     | 1353.9   | 8.9        | 1113   | 11         | 1762.7  | 2.7        | -57.1        |
| 180827-1-49                       | 0.05 | 2.852                            | 0.074      | 0.1890                           | 0.0040     | 0.1084                            | 0.0008     | 1365   | 20         | 1115   | 22         | 1769  | 13         | -55.5        |
| 180827-1-72                       | 0.10 | 2.903                            | 0.065      | 0.1965                           | 0.0040     | 0.1093                            | 0.0004     | 1385   | 17         | 1156   | 22         | 1786  | 5          | -52.2        |
| 180827-1-68                       | 0.22 | 2.904                            | 0.038      | 0.2033                           | 0.0021     | 0.1021                            | 0.0005     | 1382.5   | 9.9        | 1193   | 11         | 1665.7  | 5.6        | -38.2        |

Table 3. continued.

| Sample Name | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | $2\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $2\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | $2\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|-------------|------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--|-----------|--|-----------|---|-----------|--------------|
| 180827-1-86 | 0.08 | 3.208                            | 0.065     | 0.2099                           | 0.0037    | 0.1099                            | 0.0004    | 1456   | 16        | 1228   | 19        | 1797.7  | 4.1       | -44.5        |
| 180827-1-12 | 0.02 | 3.265                            | 0.058     | 0.2146                           | 0.0035    | 0.1111                            | 0.0006    | 1473   | 14        | 1253   | 19        | 1816  | 5.7       | -43.0        |
| 180827-1-1  | 0.28 | 3.216                            | 0.023     | 0.2154                           | 0.0015    | 0.1078                            | 0.0002    | 1461.2                                       | 5.6       | 1257.4                                       | 7.9       | 1761.6  | 2.1       | -39.3        |
| 180827-1-57 | 0.06 | 3.461                            | 0.056     | 0.2207                           | 0.0031    | 0.1126                            | 0.0004    | 1518   | 13        | 1285   | 16        | 1843.5  | 4.2       | -41.9        |
| 180827-1-30 | 0.24 | 3.885                            | 0.089     | 0.2352                           | 0.0051    | 0.1210                            | 0.0004    | 1610   | 19        | 1361   | 26        | 1967.2  | 4         | -42.3        |
| 180827-1-39 | 0.32 | 4.360                            | 0.120     | 0.2409                           | 0.0039    | 0.1301                            | 0.0020    | 1703   | 23        | 1391   | 21        | 2104  | 26        | -47.9        |
| 180827-1-77 | 0.14 | 3.686                            | 0.078     | 0.2421                           | 0.0047    | 0.1115                            | 0.0004    | 1564   | 17        | 1396   | 24        | 1822  | 3.8       | -28.5        |
| 180827-1-94 | 0.43 | 3.685                            | 0.049     | 0.2420                           | 0.0026    | 0.1120                            | 0.0011    | 1568   | 11        | 1397   | 14        | 1833.7  | 8.2       | -29.7        |
| 180827-1-16 | 0.00 | 3.823                            | 0.027     | 0.2458                           | 0.0016    | 0.1128                            | 0.0002    | 1597.2                                       | 5.6       | 1416.8                                       | 8.2       | 1846.6  | 2.1       | -29.6        |
| 180827-1-69 | 0.14 | 3.742                            | 0.055     | 0.2507                           | 0.0035    | 0.1110                            | 0.0004    | 1579   | 12        | 1442   | 18        | 1811.8  | 5         | -24.0        |
| 180827-1-52 | 0.10 | 4.041                            | 0.049     | 0.2627                           | 0.0028    | 0.1121                            | 0.0004    | 1641.5                                       | 9.8       | 1503   | 14        | 1830.8  | 3.3       | -20.7        |
| 180827-1-61 | 0.05 | 4.068                            | 0.022     | 0.2633                           | 0.0014    | 0.1123                            | 0.0002    | 1648   | 4.5       | 1507.7                                       | 7.4       | 1836.7  | 2.4       | -21.2        |
| 180827-1-40 | 0.11 | 4.403                            | 0.047     | 0.2813                           | 0.0027    | 0.1131                            | 0.0003    | 1712   | 8.8       | 1598   | 14        | 1850.2  | 3         | -14.7        |
| 180827-1-60 | 0.06 | 4.795                            | 0.075     | 0.2841                           | 0.0039    | 0.1220                            | 0.0005    | 1783   | 13        | 1613   | 19        | 1986.6  | 5.2       | -21.7        |
| 180827-1-88 | 0.13 | 4.470                            | 0.066     | 0.2879                           | 0.0043    | 0.1140                            | 0.0003    | 1724   | 12        | 1630   | 21        | 1866.8  | 3.6       | -13.0        |
| 180827-1-75 | 0.24 | 4.372                            | 0.035     | 0.2914                           | 0.0023    | 0.1122                            | 0.0006    | 1708.2                                       | 6.4       | 1648   | 11        | 1835.8  | 4.6       | -10.4        |
| 180827-1-33 | 0.60 | 4.577                            | 0.037     | 0.2949                           | 0.0021    | 0.1128                            | 0.0004    | 1745   | 6.8       | 1666   | 11        | 1847.8  | 4.1       | -10.0        |
| 180827-1-17 | 0.10 | 4.594                            | 0.058     | 0.2985                           | 0.0039    | 0.1122                            | 0.0004    | 1748   | 11        | 1684   | 19        | 1837.5  | 5.2       | -7.7         |
| 180827-1-87 | 0.26 | 5.980                            | 0.120     | 0.3038                           | 0.0056    | 0.1450                            | 0.0008    | 1975   | 19        | 1710   | 28        | 2289.4  | 7.1       | -31.8        |
| 180827-1-24 | 0.03 | 4.719                            | 0.068     | 0.3063                           | 0.0047    | 0.1119                            | 0.0003    | 1770   | 12        | 1722   | 23        | 1831.1  | 2.2       | -4.9         |
| 180827-1-37 | 0.78 | 4.849                            | 0.052     | 0.3064                           | 0.0034    | 0.1150                            | 0.0011    | 1793.2                                       | 9         | 1723   | 17        | 1883.8  | 6.1       | -8.0         |
| 180827-1-6  | 0.17 | 4.738                            | 0.093     | 0.3074                           | 0.0058    | 0.1115                            | 0.0007    | 1773   | 17        | 1728   | 28        | 1823.4  | 4.8       | -3.6         |
| 180827-1-44 | 0.01 | 4.738                            | 0.042     | 0.3092                           | 0.0028    | 0.1110                            | 0.0005    | 1773.7                                       | 7.5       | 1737   | 14        | 1817.8  | 4.7       | -3.6         |
| 180827-1-26 | 0.63 | 4.899                            | 0.067     | 0.3122                           | 0.0039    | 0.1146                            | 0.0008    | 1802   | 11        | 1751   | 19        | 1873.6  | 5.7       | -5.6         |
| 180827-1-25 | 0.07 | 5.187                            | 0.094     | 0.3190                           | 0.0059    | 0.1184                            | 0.0009    | 1850   | 16        | 1785   | 29        | 1932.7  | 9.1       | -6.1         |
| 180827-1-84 | 0.44 | 4.850                            | 0.130     | 0.3190                           | 0.0084    | 0.1125                            | 0.0025    | 1793   | 23        | 1785   | 41        | 1845  | 19        | 0.0          |
| 180827-1-89 | 0.13 | 4.900                            | 0.130     | 0.3198                           | 0.0095    | 0.1121                            | 0.0005    | 1801   | 22        | 1788   | 46        | 1836  | 5.4       | 0.2          |
| 180827-1-51 | 0.21 | 4.878                            | 0.090     | 0.3201                           | 0.0058    | 0.1128                            | 0.0008    | 1805   | 19        | 1790   | 28        | 1851.8  | 9         | -1.4         |
| 180827-1-73 | 0.30 | 4.909                            | 0.038     | 0.3231                           | 0.0023    | 0.1134                            | 0.0006    | 1803.5                                       | 6.6       | 1805   | 11        | 1852.1  | 5.5       | -1.7         |
| 180827-1-93 | 0.35 | 4.972                            | 0.077     | 0.3246                           | 0.0048    | 0.1137                            | 0.0006    | 1814   | 13        | 1812   | 24        | 1861  | 6.3       | -1.0         |
| 180827-1-79 | 0.11 | 5.030                            | 0.120     | 0.3250                           | 0.0057    | 0.1131                            | 0.0010    | 1823   | 21        | 1814   | 28        | 1848.2  | 4.7       | -0.1         |
| 180827-1-45 | 0.42 | 5.014                            | 0.090     | 0.3254                           | 0.0056    | 0.1118                            | 0.0006    | 1821   | 15        | 1816   | 27        | 1836  | 9.1       | 0.9          |
| 180827-1-8  | 0.49 | 5.070                            | 0.150     | 0.3253                           | 0.0076    | 0.1127                            | 0.0016    | 1831   | 24        | 1816   | 37        | 1842  | 17        | 1.5          |
| 180827-1-91 | 0.64 | 5.076                            | 0.075     | 0.3283                           | 0.0049    | 0.1146                            | 0.0010    | 1837   | 13        | 1830   | 24        | 1866.2  | 7.9       | -0.2         |
| 180827-1-9  | 0.50 | 5.167                            | 0.064     | 0.3291                           | 0.0048    | 0.1138                            | 0.0012    | 1847   | 11        | 1834   | 23        | 1860.4  | 7.9       | 0.2          |
| 180827-1-43 | 0.03 | 5.107                            | 0.058     | 0.3294                           | 0.0037    | 0.1130                            | 0.0002    | 1838   | 10        | 1835   | 18        | 1848.9  | 2.1       | 0.3          |
| 180827-1-54 | 0.17 | 5.100                            | 0.072     | 0.3295                           | 0.0053    | 0.1131                            | 0.0003    | 1836   | 12        | 1836   | 26        | 1849.4  | 5.8       | 1.0          |
| 180827-1-47 | 0.24 | 5.117                            | 0.083     | 0.3298                           | 0.0050    | 0.1136                            | 0.0006    | 1842   | 15        | 1837   | 24        | 1857.5  | 4.9       | 0.5          |
| 180827-1-95 | 0.17 | 5.150                            | 0.072     | 0.3304                           | 0.0049    | 0.1143                            | 0.0006    | 1844   | 12        | 1840   | 24        | 1866.4  | 3.9       | 0.1          |
| 180827-1-7  | 0.27 | 5.183                            | 0.075     | 0.3312                           | 0.0047    | 0.1130                            | 0.0007    | 1850   | 12        | 1844   | 23        | 1846.8  | 4.1       | 1.3          |
| 180827-1-2  | 0.28 | 5.199                            | 0.043     | 0.3326                           | 0.0027    | 0.1126                            | 0.0002    | 1852.9                                       | 7.1       | 1851   | 13        | 1840.8  | 2.1       | 0.3          |
| 180827-1-55 | 0.01 | 5.227                            | 0.052     | 0.3334                           | 0.0036    | 0.1149                            | 0.0003    | 1856.8                                       | 8.4       | 1855   | 18        | 1877.7  | 2.9       | -0.1         |
| 180827-1-65 | 0.03 | 5.314                            | 0.097     | 0.3356                           | 0.0060    | 0.1131                            | 0.0004    | 1871   | 16        | 1865   | 29        | 1850.4  | 3.1       | 0.9          |
| 180827-1-4  | 0.03 | 5.300                            | 0.033     | 0.3357                           | 0.0019    | 0.1134                            | 0.0004    | 1868.9                                       | 5.4       | 1865.8                                       | 9.1       | 1854.2  | 4.3       | 0.1          |
| 180827-1-90 | 0.27 | 5.328                            | 0.039     | 0.3372                           | 0.0020    | 0.1145                            | 0.0005    | 1873.4                                       | 6.2       | 1872.8                                       | 9.5       | 1870.1  | 4.3       | 0.6          |
| 180827-1-27 | 0.40 | 5.408                            | 0.059     | 0.3397                           | 0.0037    | 0.1159                            | 0.0006    | 1885.8                                       | 9.4       | 1885   | 18        | 1896.8  | 6         | 0.6          |

Table 3. continued.

| Sample Name                               | Th/U   | <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U | 2σ    | <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U | 2σ     | <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb | 2σ     | <sup>235</sup> U/ <sup>207</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | <sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb age (Ma) | 2σ   | <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | Disc. (%) |
|---|--------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|--|-----|--|------|---|-----|-----------|
| 180827-1-20                               | 0.00   | 5.670                               | 0.130 | 0.3464                              | 0.0079 | 0.1180                               | 0.0008 | 1926   | 20  | 1917   | 38   | 1929  | 12  | 2.0       |
| 180827-1-81                               | 0.41   | 5.986                               | 0.042 | 0.3581                              | 0.0023 | 0.1194                               | 0.0004 | 1973.4                                       | 6.1 | 1973   | 11   | 1950.1  | 3.9 | -0.4      |
| 180827-1-100                              | 0.43   | 6.017                               | 0.060 | 0.3589                              | 0.0037 | 0.1234                               | 0.0002 | 1978.1                                       | 8.6 | 1977   | 18   | 2004.6  | 2.3 | -0.4      |
| 180827-1-80                               | 0.27   | 6.027                               | 0.031 | 0.3597                              | 0.0016 | 0.1218                               | 0.0003 | 1979.5                                       | 4.5 | 1981.6                                       | 7.6  | 1982.1  | 2.1 | 0.5       |
| 180827-1-76                               | 0.35   | 6.132                               | 0.068 | 0.3620                              | 0.0033 | 0.1253                               | 0.0008 | 1994.9                                       | 9.8 | 1993   | 16   | 2033.2  | 6.7 | -0.9      |
| 180827-1-31                               | 0.42   | 7.524                               | 0.063 | 0.3727                              | 0.0024 | 0.1467                               | 0.0005 | 2175.1                                       | 7.5 | 2042   | 11   | 2309  | 4.2 | -12.3     |
| 180827-1-92                               | 0.53   | 8.031                               | 0.063 | 0.4142                              | 0.0029 | 0.1417                               | 0.0005 | 2234.6                                       | 6.9 | 2234   | 13   | 2249.1  | 3.9 | 0.1       |
| 180827-1-53                               | 0.42   | 10.610                              | 0.130 | 0.4167                              | 0.0045 | 0.1872                               | 0.0010 | 2491   | 12  | 2245   | 20   | 2715.6  | 6   | -19.8     |
| 180827-1-78                               | 1.13   | 10.620                              | 0.070 | 0.4708                              | 0.0032 | 0.1659                               | 0.0007 | 2490   | 6.1 | 2487   | 14   | 2517.4  | 4.3 | -0.5      |
| <b>Huhyeongdong Fm. (180827-2; n=100)</b> |        |                                     |       |                                     |        |                                      |        |  |     |  |      |   |     |           |
| 180827-2-89                               | 0.85   | 0.110                               | 0.006 | 0.0172                              | 0.0002 | 0.0465                               | 0.0027 | 105.3  | 5.9 | 110  | 1.1  | 240   | 47  | 2.2       |
| 180827-2-73                               | 0.58   | 0.176                               | 0.005 | 0.0260                              | 0.0001 | 0.0495                               | 0.0013 | 164.8  | 3.9 | 165.16                                       | 0.89 | 188   | 33  | 2.7       |
| 180827-2-97                               | 0.40   | 0.179                               | 0.003 | 0.0262                              | 0.0002 | 0.0495                               | 0.0008 | 166.9  | 2.6 | 166.4  | 1.2  | 186   | 17  | 2.0       |
| 180827-2-3                                | 0.45   | 0.185                               | 0.005 | 0.0267                              | 0.0002 | 0.0508                               | 0.0012 | 171.9  | 4   | 169.8  | 1.2  | 268   | 26  | 1.8       |
| 180827-2-80                               | 346.62 | 0.273                               | 0.006 | 0.0268                              | 0.0002 | 0.0743                               | 0.0015 | 245.9  | 4.5 | 170.5  | 1.1  | 1044  | 29  | -40.9     |
| 180827-2-44                               | 0.65   | 0.193                               | 0.007 | 0.0281                              | 0.0002 | 0.0497                               | 0.0016 | 178.8  | 5.6 | 178.6  | 1.5  | 260   | 42  | 3.9       |
| 180827-2-70                               | 1.19   | 0.199                               | 0.003 | 0.0290                              | 0.0001 | 0.0500                               | 0.0007 | 184.4  | 2.4 | 184.49                                       | 0.8  | 199   | 20  | 1.7       |
| 180827-2-58                               | 0.58   | 0.199                               | 0.003 | 0.0292                              | 0.0001 | 0.0493                               | 0.0006 | 183.9  | 2.2 | 185.78                                       | 0.87 | 169   | 15  | 0.6       |
| 180827-2-78                               | 0.41   | 0.204                               | 0.002 | 0.0297                              | 0.0001 | 0.0506                               | 0.0003 | 188.6  | 1.3 | 188.5  | 0.79 | 217.9   | 9.6 | 1.1       |
| 180827-2-25                               | 0.43   | 0.205                               | 0.017 | 0.0297                              | 0.0004 | 0.0495                               | 0.0043 | 189  | 15  | 188.8  | 2.3  | 310   | 75  | 9.1       |
| 180827-2-35                               | 0.60   | 0.203                               | 0.013 | 0.0298                              | 0.0004 | 0.0486                               | 0.0031 | 187  | 11  | 189.2  | 2.6  | 277   | 54  | 6.1       |
| 180827-2-15                               | 0.63   | 0.200                               | 0.015 | 0.0298                              | 0.0004 | 0.0487                               | 0.0038 | 186  | 13  | 189.5  | 2.5  | 353   | 71  | 6.5       |
| 180827-2-90                               | 0.58   | 0.199                               | 0.012 | 0.0299                              | 0.0004 | 0.0480                               | 0.0030 | 183  | 10  | 189.6  | 2.2  | 216   | 44  | 3.1       |
| 180827-2-21                               | 0.76   | 0.203                               | 0.016 | 0.0300                              | 0.0004 | 0.0483                               | 0.0039 | 186  | 14  | 190.3  | 2.4  | 410   | 79  | 6.5       |
| 180827-2-47                               | 0.72   | 0.208                               | 0.005 | 0.0300                              | 0.0005 | 0.0506                               | 0.0009 | 191.8  | 4.3 | 190.4  | 2.8  | 238   | 26  | 3.0       |
| 180827-2-65                               | 0.45   | 0.207                               | 0.003 | 0.0302                              | 0.0002 | 0.0499                               | 0.0007 | 191  | 2.4 | 191.56                                       | 0.92 | 192   | 19  | 1.4       |
| 180827-2-5                                | 0.64   | 0.211                               | 0.013 | 0.0302                              | 0.0005 | 0.0515                               | 0.0032 | 194  | 11  | 191.6  | 3.2  | 300   | 62  | 6.2       |
| 180827-2-62                               | 0.43   | 0.209                               | 0.010 | 0.0302                              | 0.0003 | 0.0497                               | 0.0023 | 192.8  | 8.6 | 191.7  | 1.7  | 298   | 48  | 4.8       |
| 180827-2-18                               | 0.55   | 0.210                               | 0.022 | 0.0304                              | 0.0006 | 0.0508                               | 0.0055 | 192  | 18  | 192.8  | 3.7  | 530   | 110 | 10.9      |
| 180827-2-4                                | 0.36   | 0.207                               | 0.020 | 0.0304                              | 0.0004 | 0.0498                               | 0.0049 | 188  | 17  | 192.9  | 2.8  | 491   | 87  | 7.9       |
| 180827-2-51                               | 0.38   | 0.212                               | 0.004 | 0.0305                              | 0.0002 | 0.0500                               | 0.0010 | 195  | 3.6 | 193.39                                       | 0.99 | 224   | 25  | 1.5       |
| 180827-2-87                               | 0.53   | 0.215                               | 0.010 | 0.0305                              | 0.0003 | 0.0513                               | 0.0025 | 197.5  | 8.5 | 193.9  | 1.7  | 384   | 54  | 3.4       |
| 180827-2-95                               | 0.50   | 0.204                               | 0.017 | 0.0309                              | 0.0003 | 0.0473                               | 0.0040 | 191  | 14  | 196.2  | 2    | 443   | 70  | 5.7       |
| 180827-2-1                                | 0.45   | 0.214                               | 0.004 | 0.0311                              | 0.0003 | 0.0503                               | 0.0008 | 197.2  | 3.1 | 197.2  | 1.5  | 198   | 18  | 2.3       |
| 180827-2-64                               | 0.16   | 0.210                               | 0.008 | 0.0312                              | 0.0007 | 0.0493                               | 0.0016 | 193.2  | 6.3 | 198.2  | 4.3  | 183   | 22  | 2.9       |
| 180827-2-68                               | 0.67   | 0.234                               | 0.027 | 0.0315                              | 0.0008 | 0.0549                               | 0.0065 | 218  | 23  | 199.6  | 4.7  | 520   | 140 | 4.7       |
| 180827-2-9                                | 0.48   | 0.231                               | 0.007 | 0.0330                              | 0.0003 | 0.0507                               | 0.0016 | 210.5  | 5.6 | 209.1  | 1.6  | 311   | 41  | 2.8       |
| 180827-2-10                               | 0.43   | 0.248                               | 0.017 | 0.0342                              | 0.0004 | 0.0533                               | 0.0036 | 226  | 14  | 217  | 2.3  | 528   | 56  | 3.4       |
| 180827-2-32                               | 0.64   | 0.235                               | 0.005 | 0.0343                              | 0.0003 | 0.0499                               | 0.0010 | 214.9  | 4.2 | 217.3  | 1.8  | 216   | 27  | 1.7       |
| 180827-2-33                               | 0.67   | 0.244                               | 0.007 | 0.0345                              | 0.0003 | 0.0513                               | 0.0016 | 221.2  | 6.1 | 218.5  | 1.6  | 265   | 33  | 2.3       |
| 180827-2-2                                | 1.29   | 0.236                               | 0.016 | 0.0346                              | 0.0004 | 0.0495                               | 0.0035 | 215  | 13  | 219.4  | 2.6  | 451   | 71  | 5.2       |
| 180827-2-12                               | 0.44   | 0.247                               | 0.009 | 0.0348                              | 0.0003 | 0.0512                               | 0.0017 | 224.4  | 7   | 220.7  | 2.1  | 277   | 39  | 2.4       |
| 180827-2-94                               | 0.95   | 0.247                               | 0.005 | 0.0351                              | 0.0002 | 0.0502                               | 0.0008 | 224.1  | 3.8 | 222.1  | 1.3  | 216   | 23  | 1.4       |
| 180827-2-16                               | 0.65   | 0.246                               | 0.007 | 0.0351                              | 0.0003 | 0.0503                               | 0.0014 | 222.9  | 5.5 | 222.6  | 2    | 266   | 36  | 3.2       |
| 180827-2-76                               | 0.65   | 0.249                               | 0.007 | 0.0352                              | 0.0002 | 0.0511                               | 0.0015 | 225.1  | 5.8 | 222.8  | 1.4  | 296   | 34  | 2.2       |

Table 3. continued.

| Sample Name  | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|--------------|------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| 180827-2-69  | 0.69 | 0.257                            | 0.003      | 0.0365                           | 0.0002     | 0.0511                            | 0.0006     | 232.5  | 2.8        | 231.1  | 1.1        | 239   | 18         | 1.1          |
| 180827-2-75  | 0.04 | 0.256                            | 0.003      | 0.0366                           | 0.0002     | 0.0512                            | 0.0004     | 231.6  | 1.9        | 232  | 1          | 252   | 10         | 1.1          |
| 180827-2-63  | 1.20 | 0.283                            | 0.088      | 0.0367                           | 0.0016     | 0.0590                            | 0.0190     | 222  | 81         | 232  | 9.8        | 1530  | 170        | 36.4         |
| 180827-2-46  | 0.47 | 0.269                            | 0.003      | 0.0383                           | 0.0003     | 0.0510                            | 0.0006     | 242.1  | 2.6        | 242.2  | 1.6        | 242   | 15         | 1.7          |
| 180827-2-57  | 0.58 | 0.273                            | 0.006      | 0.0386                           | 0.0002     | 0.0517                            | 0.0010     | 245.5  | 4.2        | 244.2  | 1.3        | 275   | 27         | 1.7          |
| 180827-2-60  | 0.61 | 0.287                            | 0.011      | 0.0400                           | 0.0003     | 0.0524                            | 0.0021     | 257.1  | 9.2        | 252.6  | 1.8        | 370   | 38         | 2.6          |
| 180827-2-26  | 0.48 | 0.285                            | 0.009      | 0.0402                           | 0.0005     | 0.0512                            | 0.0017     | 253.9  | 7.3        | 253.7  | 2.9        | 254   | 37         | 3.9          |
| 180827-2-23  | 0.46 | 0.285                            | 0.012      | 0.0402                           | 0.0004     | 0.0521                            | 0.0020     | 254  | 9.6        | 253.8  | 2.2        | 301   | 44         | 4.6          |
| 180827-2-13  | 0.53 | 0.287                            | 0.008      | 0.0402                           | 0.0003     | 0.0518                            | 0.0015     | 255.2  | 6.5        | 253.9  | 2.1        | 305   | 30         | 2.9          |
| 180827-2-36  | 0.48 | 0.253                            | 0.066      | 0.0406                           | 0.0012     | 0.0550                            | 0.0130     | 259  | 57         | 256.2  | 7.5        | 1220  | 150        | 24.1         |
| 180827-2-28  | 0.57 | 0.316                            | 0.013      | 0.0443                           | 0.0004     | 0.0521                            | 0.0022     | 278  | 10         | 279.4  | 2.4        | 366   | 47         | 4.0          |
| 180827-2-67  | 0.01 | 0.614                            | 0.004      | 0.0783                           | 0.0004     | 0.0564                            | 0.0003     | 486.3  | 2.5        | 485.7  | 2.6        | 472.8   | 5          | 0.9          |
| 180827-2-7   | 0.40 | 1.581                            | 0.015      | 0.1611                           | 0.0012     | 0.0716                            | 0.0005     | 963.2  | 5.9        | 962.8  | 6.5        | 971.8   | 7.8        | 1.2          |
| 180827-2-14  | 0.19 | 2.521                            | 0.055      | 0.1689                           | 0.0033     | 0.1083                            | 0.0009     | 1278   | 16         | 1006   | 18         | 1765.2  | 7.4        | -72.9        |
| 180827-2-38  | 0.26 | 2.847                            | 0.037      | 0.1853                           | 0.0025     | 0.1112                            | 0.0009     | 1367.8                                       | 9.6        | 1096   | 14         | 1818.6  | 7.6        | -64.0        |
| 180827-2-8   | 0.04 | 2.861                            | 0.030      | 0.1942                           | 0.0018     | 0.1086                            | 0.0006     | 1371.5                                       | 8          | 1145.9                                       | 9.3        | 1775.7  | 6.6        | -53.6        |
| 180827-2-86  | 0.53 | 4.076                            | 0.053      | 0.2623                           | 0.0022     | 0.1114                            | 0.0008     | 1651   | 10         | 1502   | 11         | 1827.7  | 6.1        | -20.5        |
| 180827-2-74  | 0.04 | 4.627                            | 0.055      | 0.2924                           | 0.0035     | 0.1140                            | 0.0004     | 1753.9                                       | 9.9        | 1658   | 19         | 1865  | 3.4        | -11.1        |
| 180827-2-98  | 0.52 | 4.703                            | 0.079      | 0.3030                           | 0.0044     | 0.1128                            | 0.0006     | 1767   | 14         | 1706   | 22         | 1844.3  | 5.9        | -6.5         |
| 180827-2-17  | 0.25 | 4.710                            | 0.110      | 0.3041                           | 0.0071     | 0.1121                            | 0.0010     | 1767   | 20         | 1711   | 35         | 1840  | 13         | -4.7         |
| 180827-2-85  | 0.05 | 4.846                            | 0.049      | 0.3059                           | 0.0023     | 0.1137                            | 0.0003     | 1792.4                                       | 8.4        | 1720   | 11         | 1858.6  | 3.2        | -7.2         |
| 180827-2-56  | 0.14 | 4.660                            | 0.140      | 0.3123                           | 0.0090     | 0.1108                            | 0.0006     | 1760   | 26         | 1752   | 44         | 1815.6  | 3.6        | -0.9         |
| 180827-2-99  | 0.52 | 5.007                            | 0.095      | 0.3130                           | 0.0050     | 0.1132                            | 0.0005     | 1820   | 16         | 1755   | 24         | 1850.3  | 4.8        | -3.8         |
| 180827-2-92  | 0.35 | 5.060                            | 0.065      | 0.3140                           | 0.0031     | 0.1146                            | 0.0007     | 1829   | 11         | 1760   | 15         | 1872.7  | 5.6        | -5.2         |
| 180827-2-59  | 0.49 | 4.911                            | 0.054      | 0.3227                           | 0.0029     | 0.1117                            | 0.0008     | 1803.9                                       | 9.3        | 1803   | 14         | 1828.4  | 6.6        | -0.3         |
| 180827-2-37  | 0.10 | 4.994                            | 0.074      | 0.3231                           | 0.0052     | 0.1150                            | 0.0006     | 1822   | 14         | 1805   | 25         | 1882.4  | 3.6        | -2.7         |
| 180827-2-31  | 0.14 | 4.998                            | 0.077      | 0.3252                           | 0.0043     | 0.1148                            | 0.0009     | 1822   | 14         | 1815   | 21         | 1875.3  | 7.4        | -1.8         |
| 180827-2-43  | 0.10 | 5.002                            | 0.055      | 0.3255                           | 0.0039     | 0.1141                            | 0.0004     | 1819.4                                       | 9.2        | 1817   | 19         | 1866.8  | 3.6        | -1.5         |
| 180827-2-45  | 0.32 | 5.033                            | 0.077      | 0.3265                           | 0.0045     | 0.1140                            | 0.0006     | 1825   | 13         | 1821   | 22         | 1863.7  | 5.6        | -0.8         |
| 180827-2-50  | 0.55 | 5.038                            | 0.045      | 0.3267                           | 0.0024     | 0.1119                            | 0.0007     | 1825.9                                       | 7.6        | 1822   | 11         | 1831.2  | 5.7        | 0.4          |
| 180827-2-42  | 0.58 | 5.086                            | 0.033      | 0.3266                           | 0.0021     | 0.1130                            | 0.0004     | 1833.3                                       | 5.4        | 1823   | 10         | 1849.3  | 3.1        | -0.7         |
| 180827-2-29  | 0.55 | 5.076                            | 0.071      | 0.3282                           | 0.0042     | 0.1139                            | 0.0009     | 1831   | 12         | 1829   | 21         | 1862.8  | 7.7        | -0.3         |
| 180827-2-34  | 0.22 | 5.142                            | 0.065      | 0.3297                           | 0.0037     | 0.1152                            | 0.0007     | 1842   | 11         | 1837   | 18         | 1878  | 7.3        | -0.9         |
| 180827-2-93  | 0.51 | 5.118                            | 0.039      | 0.3298                           | 0.0021     | 0.1140                            | 0.0004     | 1838.9                                       | 6.4        | 1837   | 10         | 1863.3  | 3.5        | -0.7         |
| 180827-2-53  | 0.06 | 5.119                            | 0.033      | 0.3300                           | 0.0015     | 0.1131                            | 0.0003     | 1840.2                                       | 5.2        | 1838.5                                       | 7.2        | 1848.8  | 2.5        | 0.0          |
| 180827-2-81  | 0.06 | 5.154                            | 0.056      | 0.3312                           | 0.0035     | 0.1138                            | 0.0004     | 1844.6                                       | 9.3        | 1844   | 17         | 1862.1  | 3.3        | 0.1          |
| 180827-2-83  | 0.28 | 5.178                            | 0.032      | 0.3322                           | 0.0018     | 0.1132                            | 0.0002     | 1848.6                                       | 5.3        | 1848.7                                       | 8.6        | 1850.3  | 2.2        | 0.5          |
| 180827-2-100 | 0.30 | 5.178                            | 0.093      | 0.3324                           | 0.0058     | 0.1138                            | 0.0014     | 1848   | 15         | 1850   | 28         | 1860  | 11         | 1.6          |
| 180827-2-19  | 0.38 | 5.193                            | 0.071      | 0.3328                           | 0.0041     | 0.1149                            | 0.0007     | 1851   | 12         | 1852   | 20         | 1880.5  | 4.8        | -0.2         |
| 180827-2-96  | 0.08 | 5.234                            | 0.059      | 0.3331                           | 0.0043     | 0.1149                            | 0.0004     | 1861   | 11         | 1853   | 21         | 1875.9  | 4.6        | 0.1          |
| 180827-2-72  | 0.65 | 5.224                            | 0.077      | 0.3330                           | 0.0040     | 0.1145                            | 0.0009     | 1856   | 13         | 1853   | 20         | 1872.5  | 9.8        | 0.6          |
| 180827-2-84  | 0.12 | 5.233                            | 0.032      | 0.3340                           | 0.0020     | 0.1147                            | 0.0003     | 1858.3                                       | 5.3        | 1857.5                                       | 9.8        | 1873.9  | 2.8        | -0.2         |
| 180827-2-88  | 0.16 | 5.236                            | 0.039      | 0.3343                           | 0.0021     | 0.1151                            | 0.0003     | 1858.2                                       | 6.3        | 1859   | 10         | 1878.8  | 3          | -0.4         |
| 180827-2-39  | 0.07 | 5.301                            | 0.055      | 0.3359                           | 0.0035     | 0.1155                            | 0.0004     | 1868.4                                       | 8.8        | 1867   | 17         | 1889.1  | 4.4        | 0.0          |
| 180827-2-49  | 0.03 | 5.322                            | 0.057      | 0.3363                           | 0.0041     | 0.1170                            | 0.0003     | 1872   | 9.1        | 1869   | 20         | 1910.2  | 2.4        | -1.0         |
| 180827-2-54  | 0.18 | 5.370                            | 0.100      | 0.3371                           | 0.0062     | 0.1165                            | 0.0008     | 1880   | 16         | 1873   | 30         | 1905.3  | 6.2        | 0.2          |



Table 3. continued.

| Sample Name | Th/U | <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U | 2σ    | <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U | 2σ     | <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb | 2σ     | <sup>235</sup> U- <sup>207</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | <sup>238</sup> U- <sup>206</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | <sup>207</sup> Pb- <sup>206</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | Disc. (%) |
|-------------|------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|--|-----|--|-----|---|-----|-----------|
| 180827-2-55 | 0.16 | 5.343                               | 0.031 | 0.3375                              | 0.0017 | 0.1146                               | 0.0003 | 1875.6                                       | 4.9 | 1874.3                                       | 8.3 | 1874.9  | 2.8 | 0.6       |
| 180827-2-22 | 0.01 | 5.334                               | 0.049 | 0.3377                              | 0.0033 | 0.1153                               | 0.0002 | 1874.6                                       | 7.6 | 1875   | 16  | 1885  | 2.3 | 0.4       |
| 180827-2-40 | 0.23 | 5.345                               | 0.036 | 0.3377                              | 0.0022 | 0.1145                               | 0.0003 | 1875.7                                       | 5.7 | 1876   | 10  | 1873.5  | 2.6 | 0.5       |
| 180827-2-82 | 0.33 | 5.358                               | 0.033 | 0.3380                              | 0.0021 | 0.1148                               | 0.0003 | 1877.8                                       | 5.2 | 1877   | 10  | 1880.2  | 3.1 | 0.5       |
| 180827-2-6  | 0.20 | 5.338                               | 0.041 | 0.3382                              | 0.0026 | 0.1156                               | 0.0004 | 1874.7                                       | 6.5 | 1878   | 12  | 1887.7  | 3.1 | 0.3       |
| 180827-2-41 | 0.11 | 5.363                               | 0.045 | 0.3381                              | 0.0029 | 0.1143                               | 0.0004 | 1878.8                                       | 7.2 | 1878   | 14  | 1870.6  | 4.6 | 0.6       |
| 180827-2-66 | 0.23 | 5.369                               | 0.051 | 0.3387                              | 0.0033 | 0.1141                               | 0.0004 | 1879.9                                       | 8.2 | 1880   | 16  | 1867.5  | 3.4 | 0.4       |
| 180827-2-20 | 0.56 | 7.306                               | 0.092 | 0.3392                              | 0.0047 | 0.1592                               | 0.0009 | 2152   | 12  | 1883   | 23  | 2448.8  | 5.7 | -28.5     |
| 180827-2-11 | 0.47 | 5.442                               | 0.053 | 0.3408                              | 0.0032 | 0.1170                               | 0.0006 | 1891.9                                       | 8.4 | 1890   | 15  | 1909.6  | 4.9 | 0.0       |
| 180827-2-30 | 0.39 | 5.434                               | 0.047 | 0.3407                              | 0.0028 | 0.1160                               | 0.0004 | 1890.2                                       | 7.2 | 1890   | 13  | 1897.1  | 3.4 | 0.5       |
| 180827-2-71 | 0.11 | 5.426                               | 0.031 | 0.3405                              | 0.0019 | 0.1150                               | 0.0002 | 1888.8                                       | 4.9 | 1890.4                                       | 9.5 | 1879.7  | 1.5 | 0.0       |
| 180827-2-61 | 0.23 | 5.436                               | 0.040 | 0.3410                              | 0.0025 | 0.1141                               | 0.0005 | 1890.3                                       | 6.2 | 1891   | 12  | 1866.2  | 4.3 | -0.5      |
| 180827-2-27 | 0.28 | 5.532                               | 0.080 | 0.3425                              | 0.0049 | 0.1194                               | 0.0006 | 1905   | 12  | 1898   | 23  | 1946.7  | 4.3 | -1.1      |
| 180827-2-77 | 0.15 | 5.646                               | 0.061 | 0.3471                              | 0.0051 | 0.1166                               | 0.0007 | 1923   | 9.4 | 1921   | 25  | 1908.3  | 4.8 | 0.9       |
| 180827-2-52 | 0.47 | 7.975                               | 0.080 | 0.3766                              | 0.0030 | 0.1518                               | 0.0004 | 2229.6                                       | 9.4 | 2060   | 14  | 2366  | 3.2 | -14.0     |
| 180827-2-91 | 0.33 | 7.220                               | 0.120 | 0.3932                              | 0.0055 | 0.1356                               | 0.0009 | 2141   | 16  | 2137   | 25  | 2167.5  | 7.9 | 0.1       |
| 180827-2-79 | 0.51 | 9.560                               | 0.130 | 0.4500                              | 0.0031 | 0.1563                               | 0.0017 | 2393   | 13  | 2395   | 14  | 2419  | 17  | 0.3       |
| 180827-2-24 | 0.42 | 14.990                              | 0.160 | 0.4615                              | 0.0037 | 0.2358                               | 0.0010 | 2815   | 10  | 2446   | 16  | 3093.2  | 4.8 | -25.6     |
| 180827-2-48 | 0.56 | 12.760                              | 0.150 | 0.5100                              | 0.0050 | 0.1836                               | 0.0010 | 2661   | 11  | 2656   | 21  | 2689.8  | 5.3 | -0.3      |

Haman Fm. (180828-1; n=100)

|             |      |       |       |        |        |        |        |       |     |        |      |       |     |       |
|-------------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|--------|------|-------|-----|-------|
| 180828-1-59 | 0.16 | 0.103 | 0.009 | 0.0159 | 0.0002 | 0.0470 | 0.0039 | 99.5  | 8.1 | 101.3  | 1.1  | 147   | 44  | 7.4   |
| 180828-1-23 | 0.95 | 0.107 | 0.007 | 0.0162 | 0.0002 | 0.0469 | 0.0030 | 103.6 | 6   | 103.6  | 1.3  | 302   | 56  | 7.0   |
| 180828-1-31 | 0.49 | 0.107 | 0.004 | 0.0162 | 0.0001 | 0.0459 | 0.0018 | 102.9 | 3.7 | 103.67 | 0.77 | 109   | 33  | 3.6   |
| 180828-1-29 | 0.44 | 0.110 | 0.004 | 0.0166 | 0.0001 | 0.0488 | 0.0016 | 105.4 | 3.3 | 105.88 | 0.7  | 236   | 31  | 3.3   |
| 180828-1-7  | 0.38 | 0.112 | 0.002 | 0.0168 | 0.0001 | 0.0490 | 0.0007 | 107.3 | 1.7 | 107.08 | 0.75 | 166   | 18  | 2.1   |
| 180828-1-80 | 0.19 | 0.115 | 0.007 | 0.0168 | 0.0002 | 0.0496 | 0.0031 | 110.2 | 6.6 | 107.64 | 0.93 | 381   | 57  | 4.6   |
| 180828-1-71 | 0.52 | 0.111 | 0.006 | 0.0169 | 0.0002 | 0.0481 | 0.0027 | 106.7 | 5.9 | 107.7  | 1.1  | 264   | 67  | 5.6   |
| 180828-1-77 | 1.00 | 0.236 | 0.006 | 0.0173 | 0.0001 | 0.0985 | 0.0025 | 215.5 | 4.8 | 110.67 | 0.67 | 1607  | 34  | -89.8 |
| 180828-1-97 | 0.31 | 0.179 | 0.003 | 0.0240 | 0.0001 | 0.0536 | 0.0008 | 166.8 | 2.2 | 152.72 | 0.91 | 345   | 20  | -7.2  |
| 180828-1-57 | 0.45 | 0.177 | 0.003 | 0.0260 | 0.0003 | 0.0496 | 0.0006 | 165.4 | 2.3 | 165.5  | 1.6  | 180   | 14  | 2.3   |
| 180828-1-36 | 0.43 | 0.177 | 0.002 | 0.0260 | 0.0002 | 0.0492 | 0.0005 | 165.5 | 1.9 | 165.6  | 1    | 156   | 14  | 1.7   |
| 180828-1-17 | 0.61 | 0.179 | 0.003 | 0.0261 | 0.0002 | 0.0504 | 0.0010 | 167.4 | 2.9 | 165.86 | 0.99 | 225   | 19  | 1.4   |
| 180828-1-83 | 0.36 | 0.176 | 0.003 | 0.0261 | 0.0002 | 0.0490 | 0.0007 | 164.9 | 2.4 | 165.9  | 1.1  | 140   | 16  | 1.5   |
| 180828-1-87 | 0.51 | 0.179 | 0.004 | 0.0262 | 0.0002 | 0.0495 | 0.0010 | 167.5 | 3.4 | 166.5  | 1.2  | 207   | 25  | 2.2   |
| 180828-1-47 | 1.02 | 0.179 | 0.006 | 0.0262 | 0.0002 | 0.0496 | 0.0017 | 167.7 | 5.3 | 166.6  | 1.4  | 261   | 40  | 3.4   |
| 180828-1-50 | 0.33 | 0.179 | 0.002 | 0.0262 | 0.0001 | 0.0490 | 0.0006 | 166.8 | 2.1 | 166.64 | 0.89 | 154   | 15  | 1.7   |
| 180828-1-79 | 0.72 | 0.178 | 0.003 | 0.0262 | 0.0002 | 0.0495 | 0.0007 | 166.6 | 2.4 | 166.7  | 1.4  | 169   | 17  | 2.2   |
| 180828-1-62 | 0.15 | 0.180 | 0.003 | 0.0262 | 0.0002 | 0.0499 | 0.0007 | 168   | 2.3 | 166.8  | 1.4  | 195   | 19  | 1.5   |
| 180828-1-44 | 0.41 | 0.179 | 0.003 | 0.0262 | 0.0002 | 0.0499 | 0.0007 | 166.9 | 2.3 | 166.82 | 0.97 | 207   | 14  | 1.9   |
| 180828-1-4  | 0.11 | 0.178 | 0.002 | 0.0263 | 0.0002 | 0.0494 | 0.0004 | 166.7 | 1.6 | 167    | 1.4  | 172   | 11  | 1.6   |
| 180828-1-56 | 0.60 | 0.181 | 0.005 | 0.0263 | 0.0002 | 0.0498 | 0.0015 | 168.9 | 4.6 | 167.2  | 1.2  | 227   | 27  | 2.5   |
| 180828-1-95 | 0.49 | 0.180 | 0.003 | 0.0263 | 0.0002 | 0.0495 | 0.0006 | 168   | 2.3 | 167.5  | 1.1  | 181   | 16  | 1.7   |
| 180828-1-32 | 0.29 | 0.179 | 0.002 | 0.0263 | 0.0002 | 0.0499 | 0.0004 | 167.1 | 1.5 | 167.6  | 1.1  | 188.7 | 9.3 | 1.3   |
| 180828-1-85 | 0.34 | 0.180 | 0.002 | 0.0264 | 0.0002 | 0.0492 | 0.0004 | 167.7 | 1.5 | 167.7  | 1.5  | 159   | 10  | 1.8   |
| 180828-1-53 | 0.16 | 0.180 | 0.002 | 0.0265 | 0.0001 | 0.0493 | 0.0004 | 168   | 1.5 | 168.77 | 0.87 | 161   | 11  | 1.0   |

Table 3. continued.

| Sample Name | Th/U  | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|-------------|-------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| 180828-1-78 | 0.52  | 0.186                            | 0.005      | 0.0268                           | 0.0002     | 0.0506                            | 0.0013     | 172.8  | 4.1        | 170.5  | 1.2        | 249   | 31         | 1.8          |
| 180828-1-9  | 0.76  | 0.184                            | 0.007      | 0.0268                           | 0.0002     | 0.0498                            | 0.0017     | 171.4  | 5.6        | 170.5  | 1.2        | 297   | 34         | 3.5          |
| 180828-1-11 | 0.27  | 0.184                            | 0.002      | 0.0270                           | 0.0002     | 0.0501                            | 0.0004     | 171.1  | 1.8        | 171.7  | 1.2        | 199   | 12         | 1.4          |
| 180828-1-13 | 0.25  | 0.186                            | 0.002      | 0.0274                           | 0.0002     | 0.0498                            | 0.0004     | 173.4  | 1.8        | 174.15                                       | 0.92       | 187   | 12         | 1.1          |
| 180828-1-72 | 0.07  | 0.190                            | 0.002      | 0.0278                           | 0.0002     | 0.0496                            | 0.0003     | 176.6  | 1.3        | 176.5  | 1          | 175.9   | 8.2        | 1.2          |
| 180828-1-54 | 0.62  | 0.199                            | 0.014      | 0.0284                           | 0.0003     | 0.0510                            | 0.0035     | 185  | 12         | 180.8  | 1.9        | 362   | 74         | 5.4          |
| 180828-1-19 | 0.53  | 0.207                            | 0.002      | 0.0301                           | 0.0002     | 0.0505                            | 0.0004     | 191.1  | 1.8        | 191.3  | 1.3        | 217   | 9.2        | 1.5          |
| 180828-1-18 | 0.28  | 0.225                            | 0.005      | 0.0321                           | 0.0003     | 0.0487                            | 0.0013     | 207.1  | 4.7        | 203.4  | 1.7        | 179   | 32         | 1.3          |
| 180828-1-30 | 0.63  | 0.230                            | 0.042      | 0.0336                           | 0.0009     | 0.0507                            | 0.0092     | 209  | 36         | 212.8  | 5.9        | 740   | 120        | 18.2         |
| 180828-1-76 | 1.52  | 0.237                            | 0.030      | 0.0337                           | 0.0007     | 0.0499                            | 0.0062     | 216  | 25         | 213.8  | 4.1        | 727   | 96         | 12.6         |
| 180828-1-48 | 0.36  | 0.235                            | 0.003      | 0.0339                           | 0.0002     | 0.0504                            | 0.0005     | 214.2  | 2.3        | 214.7  | 1.5        | 212   | 14         | 1.5          |
| 180828-1-35 | 0.63  | 0.245                            | 0.012      | 0.0339                           | 0.0003     | 0.0524                            | 0.0024     | 222.2  | 9.5        | 214.7  | 1.9        | 409   | 49         | 1.8          |
| 180828-1-94 | 0.88  | 0.238                            | 0.004      | 0.0340                           | 0.0003     | 0.0502                            | 0.0008     | 216.8  | 3.3        | 215.8  | 1.6        | 231   | 20         | 1.8          |
| 180828-1-96 | 0.48  | 0.238                            | 0.003      | 0.0341                           | 0.0003     | 0.0503                            | 0.0006     | 217.2  | 2.5        | 216.2  | 1.6        | 218   | 18         | 1.4          |
| 180828-1-20 | 0.70  | 0.243                            | 0.003      | 0.0349                           | 0.0002     | 0.0515                            | 0.0006     | 221.2  | 2.7        | 221.3  | 1.5        | 255   | 15         | 1.9          |
| 180828-1-37 | 0.37  | 0.245                            | 0.002      | 0.0350                           | 0.0002     | 0.0506                            | 0.0004     | 222  | 1.9        | 221.9  | 1.4        | 233.5   | 9.3        | 1.4          |
| 180828-1-40 | 0.45  | 0.243                            | 0.004      | 0.0350                           | 0.0003     | 0.0501                            | 0.0007     | 220.5  | 3.3        | 221.9  | 1.8        | 217   | 20         | 1.7          |
| 180828-1-46 | 1.57  | 0.244                            | 0.010      | 0.0350                           | 0.0003     | 0.0499                            | 0.0018     | 221.2  | 8          | 221.9  | 2          | 253   | 35         | 4.2          |
| 180828-1-27 | 1.05  | 0.243                            | 0.011      | 0.0351                           | 0.0003     | 0.0520                            | 0.0022     | 222.7  | 8.7        | 222.5  | 1.9        | 354   | 46         | 4.7          |
| 180828-1-14 | 0.51  | 0.247                            | 0.004      | 0.0352                           | 0.0003     | 0.0509                            | 0.0008     | 224.2  | 3          | 222.9  | 1.7        | 263   | 20         | 1.5          |
| 180828-1-1  | 0.74  | 0.246                            | 0.003      | 0.0352                           | 0.0002     | 0.0508                            | 0.0005     | 223.2  | 2.6        | 223  | 1.2        | 233   | 13         | 1.6          |
| 180828-1-99 | 0.80  | 0.245                            | 0.004      | 0.0352                           | 0.0002     | 0.0505                            | 0.0007     | 222.6  | 2.9        | 223.3  | 1.5        | 228   | 15         | 1.7          |
| 180828-1-75 | 0.56  | 0.245                            | 0.004      | 0.0353                           | 0.0002     | 0.0502                            | 0.0008     | 222.6  | 3.2        | 223.5  | 1.4        | 210   | 17         | 1.7          |
| 180828-1-67 | 1.28  | 0.243                            | 0.005      | 0.0353                           | 0.0002     | 0.0500                            | 0.0010     | 220.9  | 4          | 223.7  | 1.5        | 219   | 23         | 1.2          |
| 180828-1-55 | 0.37  | 0.247                            | 0.003      | 0.0353                           | 0.0002     | 0.0509                            | 0.0006     | 224  | 2.7        | 223.8  | 1.4        | 231   | 13         | 1.7          |
| 180828-1-63 | 0.40  | 0.252                            | 0.010      | 0.0354                           | 0.0005     | 0.0515                            | 0.0020     | 228.3  | 8.1        | 223.9  | 2.8        | 273   | 30         | 2.9          |
| 180828-1-98 | 0.44  | 0.248                            | 0.007      | 0.0353                           | 0.0004     | 0.0505                            | 0.0011     | 224.8  | 5.6        | 223.9  | 2.4        | 229   | 27         | 3.2          |
| 180828-1-86 | 0.49  | 0.249                            | 0.004      | 0.0354                           | 0.0002     | 0.0510                            | 0.0009     | 226.4  | 3.4        | 224.4  | 1.3        | 240   | 17         | 1.2          |
| 180828-1-28 | 0.33  | 0.248                            | 0.003      | 0.0354                           | 0.0002     | 0.0509                            | 0.0005     | 224.8  | 2.3        | 224.5  | 1.5        | 241   | 13         | 1.6          |
| 180828-1-3  | 0.92  | 0.249                            | 0.005      | 0.0356                           | 0.0002     | 0.0514                            | 0.0009     | 225.8  | 4          | 225.6  | 1.3        | 253   | 21         | 2.3          |
| 180828-1-2  | 0.04  | 0.246                            | 0.006      | 0.0357                           | 0.0002     | 0.0495                            | 0.0013     | 223.6  | 5.3        | 226.2  | 1.5        | 260   | 34         | 1.9          |
| 180828-1-58 | 0.96  | 0.250                            | 0.017      | 0.0357                           | 0.0004     | 0.0512                            | 0.0035     | 225  | 14         | 226.3  | 2.4        | 483   | 62         | 6.7          |
| 180828-1-24 | 0.24  | 0.251                            | 0.008      | 0.0359                           | 0.0004     | 0.0509                            | 0.0014     | 226.9  | 6.6        | 227.3  | 2.3        | 227   | 45         | 3.7          |
| 180828-1-6  | -1.00 | 0.267                            | 0.036      | 0.0363                           | 0.0010     | 0.0546                            | 0.0073     | 240  | 30         | 229.9  | 6          | 890   | 120        | 11.3         |
| 180828-1-52 | 0.67  | 0.254                            | 0.036      | 0.0366                           | 0.0009     | 0.0525                            | 0.0076     | 230  | 31         | 231.6  | 5.7        | 770   | 110        | 15.3         |
| 180828-1-41 | 0.02  | 0.333                            | 0.003      | 0.0464                           | 0.0005     | 0.0532                            | 0.0003     | 292  | 2.3        | 292.2  | 3.3        | 338.3   | 9.8        | 1.8          |
| 180828-1-39 | 0.85  | 0.450                            | 0.008      | 0.0602                           | 0.0004     | 0.0539                            | 0.0010     | 376.9  | 5.9        | 377.1  | 2.7        | 379   | 26         | 2.2          |
| 180828-1-34 | 0.28  | 0.458                            | 0.022      | 0.0604                           | 0.0012     | 0.0536                            | 0.0027     | 382  | 15         | 377.9  | 7.1        | 407   | 69         | 4.8          |
| 180828-1-89 | 0.59  | 0.956                            | 0.011      | 0.1118                           | 0.0011     | 0.0621                            | 0.0008     | 681.7  | 6.2        | 683.2  | 6.3        | 672   | 17         | 1.6          |
| 180828-1-45 | 1.16  | 0.993                            | 0.009      | 0.1146                           | 0.0007     | 0.0638                            | 0.0003     | 699.9  | 4.6        | 699.3  | 4.3        | 735.4   | 4.2        | 1.2          |
| 180828-1-92 | 0.45  | 1.003                            | 0.015      | 0.1153                           | 0.0009     | 0.0635                            | 0.0008     | 704.7  | 7.5        | 703.5  | 5.4        | 723   | 15         | 1.7          |
| 180828-1-91 | 0.46  | 1.083                            | 0.028      | 0.1213                           | 0.0014     | 0.0647                            | 0.0013     | 744  | 14         | 737.9  | 8.3        | 772   | 25         | 2.2          |
| 180828-1-33 | 0.54  | 1.174                            | 0.013      | 0.1302                           | 0.0009     | 0.0665                            | 0.0004     | 788  | 6          | 789.2  | 5          | 827.5   | 7.2        | 1.2          |
| 180828-1-64 | 0.07  | 1.948                            | 0.010      | 0.1737                           | 0.0011     | 0.0812                            | 0.0003     | 1097.7                                       | 3.3        | 1032.3                                       | 6.1        | 1230.3  | 5.1        | -18.1        |
| 180828-1-5  | 0.01  | 3.206                            | 0.037      | 0.2145                           | 0.0023     | 0.1110                            | 0.0003     | 1458.1                                       | 9          | 1253   | 12         | 1817.3  | 3.5        | -43.8        |
| 180828-1-43 | 0.02  | 3.328                            | 0.044      | 0.2160                           | 0.0025     | 0.1110                            | 0.0004     | 1486   | 10         | 1260   | 13         | 1816.4  | 3.9        | -42.8        |

Table 3. continued.

| Sample Name                           | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|---------------------------------------|------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| 180828-1-38                           | 0.03 | 3.388                            | 0.033      | 0.2242                           | 0.0025     | 0.1110                            | 0.0003     | 1502.5                                       | 7.4        | 1304   | 13         | 1817  | 3          | -38.1        |
| 180828-1-69                           | 0.80 | 2.797                            | 0.028      | 0.2341                           | 0.0020     | 0.0871                            | 0.0005     | 1354.9                                       | 7.4        | 1356   | 10         | 1363.5  | 5.8        | 0.6          |
| 180828-1-42                           | 0.03 | 3.698                            | 0.057      | 0.2471                           | 0.0031     | 0.1104                            | 0.0005     | 1573   | 12         | 1423   | 16         | 1810.9  | 5.4        | -25.8        |
| 180828-1-66                           | 0.05 | 3.879                            | 0.042      | 0.2510                           | 0.0023     | 0.1124                            | 0.0004     | 1608.9                                       | 8.7        | 1443   | 12         | 1838  | 3.1        | -26.3        |
| 180828-1-68                           | 0.02 | 3.910                            | 0.030      | 0.2529                           | 0.0018     | 0.1120                            | 0.0002     | 1615.8                                       | 6.2        | 1453.3                                       | 9.2        | 1832.1  | 2.5        | -25.3        |
| 180828-1-74                           | 0.42 | 3.931                            | 0.035      | 0.2554                           | 0.0018     | 0.1114                            | 0.0004     | 1619.3                                       | 7.1        | 1465.8                                       | 9.2        | 1820.3  | 4.3        | -23.3        |
| 180828-1-26                           | 0.06 | 3.905                            | 0.070      | 0.2596                           | 0.0044     | 0.1117                            | 0.0002     | 1613   | 14         | 1487   | 22         | 1825.8  | 2.2        | -21.2        |
| 180828-1-90                           | 0.02 | 4.995                            | 0.044      | 0.2910                           | 0.0021     | 0.1243                            | 0.0004     | 1818.1                                       | 7.4        | 1647   | 10         | 2022.2  | 3.6        | -22.0        |
| 180828-1-81                           | 0.04 | 4.652                            | 0.068      | 0.2990                           | 0.0043     | 0.1134                            | 0.0003     | 1758   | 12         | 1686   | 21         | 1856.5  | 3          | -8.7         |
| 180828-1-10                           | 0.06 | 6.249                            | 0.090      | 0.3067                           | 0.0037     | 0.1461                            | 0.0010     | 2013   | 13         | 1724   | 18         | 2298.4  | 8.6        | -31.8        |
| 180828-1-12                           | 0.05 | 4.702                            | 0.086      | 0.3133                           | 0.0059     | 0.1126                            | 0.0004     | 1767   | 15         | 1757   | 29         | 1845.3  | 2.4        | -3.2         |
| 180828-1-65                           | 0.01 | 5.092                            | 0.099      | 0.3184                           | 0.0062     | 0.1157                            | 0.0007     | 1835   | 16         | 1782   | 30         | 1891.9  | 5.4        | -4.2         |
| 180828-1-49                           | 0.23 | 4.794                            | 0.059      | 0.3188                           | 0.0040     | 0.1141                            | 0.0004     | 1784   | 10         | 1784   | 19         | 1864.1  | 4.1        | -3.2         |
| 180828-1-15                           | 0.48 | 4.802                            | 0.039      | 0.3190                           | 0.0031     | 0.1146                            | 0.0006     | 1785.1                                       | 6.7        | 1785   | 15         | 1871.1  | 4.8        | -3.7         |
| 180828-1-84                           | 0.27 | 4.974                            | 0.062      | 0.3227                           | 0.0045     | 0.1133                            | 0.0014     | 1815   | 10         | 1803   | 22         | 1854  | 12         | -0.9         |
| 180828-1-25                           | 0.19 | 4.946                            | 0.044      | 0.3237                           | 0.0032     | 0.1149                            | 0.0004     | 1809.7                                       | 7.5        | 1807   | 16         | 1877.5  | 4.2        | -2.8         |
| 180828-1-8                            | 0.35 | 4.920                            | 0.053      | 0.3229                           | 0.0031     | 0.1144                            | 0.0003     | 1807.2                                       | 8.6        | 1807   | 16         | 1869.2  | 2.7        | -2.4         |
| 180828-1-60                           | 0.62 | 5.150                            | 0.098      | 0.3274                           | 0.0045     | 0.1145                            | 0.0014     | 1844   | 16         | 1826   | 22         | 1873  | 14         | -0.6         |
| 180828-1-51                           | 0.60 | 5.090                            | 0.120      | 0.3279                           | 0.0071     | 0.1130                            | 0.0015     | 1833   | 20         | 1828   | 35         | 1849  | 17         | 1.7          |
| 180828-1-70                           | 0.60 | 5.092                            | 0.068      | 0.3290                           | 0.0038     | 0.1132                            | 0.0008     | 1834   | 11         | 1833   | 19         | 1847.9  | 7.4        | 0.6          |
| 180828-1-61                           | 0.51 | 5.168                            | 0.078      | 0.3296                           | 0.0056     | 0.1142                            | 0.0014     | 1847   | 13         | 1836   | 27         | 1868.4  | 8.5        | 0.2          |
| 180828-1-73                           | 0.49 | 5.190                            | 0.200      | 0.3310                           | 0.0130     | 0.1140                            | 0.0006     | 1849   | 33         | 1842   | 65         | 1863.8  | 5.8        | 2.7          |
| 180828-1-93                           | 0.15 | 5.245                            | 0.072      | 0.3334                           | 0.0043     | 0.1145                            | 0.0008     | 1860   | 12         | 1855   | 21         | 1872  | 4.8        | 0.5          |
| 180828-1-21                           | 0.03 | 8.520                            | 0.130      | 0.3739                           | 0.0040     | 0.1727                            | 0.0008     | 2287   | 13         | 2048   | 19         | 2583.5  | 7.3        | -24.9        |
| 180828-1-22                           | 0.41 | 6.699                            | 0.051      | 0.3782                           | 0.0029     | 0.1309                            | 0.0004     | 2072   | 6.7        | 2068   | 13         | 2110.1  | 2.9        | -1.3         |
| 180828-1-16                           | 0.30 | 6.851                            | 0.043      | 0.3836                           | 0.0020     | 0.1318                            | 0.0003     | 2092   | 5.6        | 2093   | 9.4        | 2122.2  | 2.2        | -0.8         |
| 180828-1-88                           | 0.69 | 10.499                           | 0.083      | 0.4690                           | 0.0035     | 0.1628                            | 0.0003     | 2479.4                                       | 7.2        | 2479   | 15         | 2484  | 1.7        | 0.5          |
| 180828-1-100                          | 0.30 | 12.320                           | 0.150      | 0.5023                           | 0.0070     | 0.1769                            | 0.0006     | 2629   | 12         | 2623   | 30         | 2622.9  | 1.9        | 1.2          |
| 180828-1-82                           | 0.43 | 12.660                           | 0.140      | 0.5082                           | 0.0056     | 0.1814                            | 0.0005     | 2654   | 10         | 2649   | 24         | 2666.3  | 2.4        | 0.3          |
| <b>Banyawol Fm. (180828-2; n=100)</b> |      |                                  |            |                                  |            |                                   |            |  |            |  |            |   |            |              |
| 180828-2-53                           | 0.48 | 0.102                            | 0.006      | 0.0150                           | 0.0003     | 0.0492                            | 0.0026     | 98.3   | 5.3        | 96   | 1.6        | 371   | 49         | 4.8          |
| 180828-2-46                           | 0.36 | 0.101                            | 0.004      | 0.0150                           | 0.0002     | 0.0487                            | 0.0017     | 97.4   | 3.2        | 96.1   | 1.3        | 232   | 36         | 3.3          |
| 180828-2-41                           | 0.23 | 0.103                            | 0.003      | 0.0154                           | 0.0002     | 0.0487                            | 0.0010     | 99   | 2.4        | 98.7   | 1.5        | 147   | 25         | 3.6          |
| 180828-2-21                           | 0.36 | 0.103                            | 0.003      | 0.0155                           | 0.0002     | 0.0484                            | 0.0013     | 99.8   | 2.8        | 99.1   | 1.4        | 176   | 34         | 3.5          |
| 180828-2-25                           | 0.46 | 0.099                            | 0.006      | 0.0155                           | 0.0003     | 0.0479                            | 0.0030     | 96.6   | 5.6        | 99.1   | 1.8        | 343   | 58         | 5.1          |
| 180828-2-13                           | 0.29 | 0.103                            | 0.004      | 0.0155                           | 0.0002     | 0.0477                            | 0.0016     | 99.7   | 3.5        | 99.2   | 1.5        | 167   | 35         | 4.5          |
| 180828-2-78                           | 0.69 | 0.103                            | 0.006      | 0.0155                           | 0.0003     | 0.0484                            | 0.0029     | 99.4   | 5.7        | 99.3   | 1.9        | 329   | 57         | 7.6          |
| 180828-2-92                           | 0.42 | 0.100                            | 0.006      | 0.0155                           | 0.0002     | 0.0475                            | 0.0027     | 97.8   | 5.8        | 99.3   | 1.6        | 370   | 72         | 6.0          |
| 180828-2-52                           | 0.34 | 0.104                            | 0.003      | 0.0156                           | 0.0001     | 0.0485                            | 0.0013     | 100.3  | 2.7        | 99.57  | 0.89       | 214   | 26         | 2.9          |
| 180828-2-43                           | 0.38 | 0.101                            | 0.005      | 0.0156                           | 0.0004     | 0.0486                            | 0.0026     | 97.8   | 4.6        | 99.8   | 2.3        | 187   | 67         | 5.0          |
| 180828-2-48                           | 0.41 | 0.100                            | 0.006      | 0.0156                           | 0.0003     | 0.0474                            | 0.0028     | 97   | 5.3        | 99.9   | 1.7        | 367   | 59         | 4.2          |
| 180828-2-57                           | 0.30 | 0.103                            | 0.003      | 0.0156                           | 0.0002     | 0.0483                            | 0.0010     | 99.6   | 2.3        | 99.9   | 1.3        | 110   | 18         | 3.3          |
| 180828-2-87                           | 0.27 | 0.104                            | 0.003      | 0.0158                           | 0.0001     | 0.0477                            | 0.0013     | 100.3  | 2.7        | 100.72                                       | 0.9        | 195   | 32         | 3.2          |
| 180828-2-72                           | 0.39 | 0.104                            | 0.012      | 0.0158                           | 0.0004     | 0.0478                            | 0.0056     | 101  | 11         | 101  | 2.7        | 500   | 120        | 13.6         |
| 180828-2-15                           | 0.84 | 0.106                            | 0.002      | 0.0158                           | 0.0001     | 0.0485                            | 0.0009     | 102.5  | 2          | 101.13                                       | 0.84       | 150   | 20         | 1.5          |

Table 3. continued.

| Sample Name  | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | $2\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $2\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | $2\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|--------------|------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--|-----------|--|-----------|---|-----------|--------------|
| 180828-2-30  | 0.56 | 0.106                            | 0.005     | 0.0159                           | 0.0004    | 0.0496                            | 0.0028    | 102.4  | 4.8       | 101.3  | 2.4       | 290   | 93        | 6.0          |
| 180828-2-100 | 0.54 | 0.108                            | 0.003     | 0.0159                           | 0.0002    | 0.0491                            | 0.0013    | 104.2  | 2.5       | 101.5  | 1.1       | 208   | 41        | 0.9          |
| 180828-2-50  | 0.32 | 0.105                            | 0.008     | 0.0159                           | 0.0004    | 0.0478                            | 0.0037    | 101.3  | 7.3       | 101.6  | 2.3       | 332   | 85        | 9.2          |
| 180828-2-76  | 0.52 | 0.109                            | 0.007     | 0.0159                           | 0.0004    | 0.0498                            | 0.0033    | 104.9  | 6.2       | 101.8  | 2.5       | 350   | 84        | 5.5          |
| 180828-2-96  | 0.40 | 0.108                            | 0.004     | 0.0159                           | 0.0002    | 0.0479                            | 0.0017    | 104  | 3.8       | 101.8  | 1.4       | 242   | 32        | 2.9          |
| 180828-2-89  | 0.41 | 0.104                            | 0.004     | 0.0160                           | 0.0002    | 0.0476                            | 0.0017    | 101.4  | 3.7       | 102.2  | 1.3       | 193   | 40        | 4.1          |
| 180828-2-14  | 0.37 | 0.108                            | 0.003     | 0.0160                           | 0.0002    | 0.0492                            | 0.0013    | 104  | 2.3       | 102.32                                       | 0.94      | 204   | 30        | 1.5          |
| 180828-2-54  | 0.55 | 0.108                            | 0.004     | 0.0160                           | 0.0003    | 0.0488                            | 0.0015    | 104  | 3.4       | 102.4  | 1.8       | 226   | 35        | 3.5          |
| 180828-2-77  | 0.48 | 0.108                            | 0.004     | 0.0161                           | 0.0003    | 0.0488                            | 0.0018    | 103.8  | 3.7       | 102.6  | 1.6       | 239   | 45        | 4.0          |
| 180828-2-70  | 0.77 | 0.108                            | 0.004     | 0.0161                           | 0.0002    | 0.0489                            | 0.0017    | 104.7  | 3.5       | 102.8  | 1.2       | 234   | 36        | 2.7          |
| 180828-2-61  | 0.21 | 0.107                            | 0.002     | 0.0161                           | 0.0003    | 0.0483                            | 0.0007    | 102.9  | 1.9       | 102.9  | 1.7       | 112   | 23        | 3.5          |
| 180828-2-26  | 0.38 | 0.107                            | 0.004     | 0.0162                           | 0.0002    | 0.0475                            | 0.0017    | 102.8  | 3.4       | 103.3  | 1.3       | 201   | 40        | 4.1          |
| 180828-2-51  | 0.43 | 0.108                            | 0.004     | 0.0162                           | 0.0002    | 0.0487                            | 0.0019    | 104.3  | 3.9       | 103.3  | 1.4       | 207   | 46        | 4.2          |
| 180828-2-71  | 0.43 | 0.108                            | 0.005     | 0.0162                           | 0.0002    | 0.0487                            | 0.0020    | 103.9  | 4.1       | 103.3  | 1.5       | 222   | 42        | 4.8          |
| 180828-2-29  | 0.42 | 0.108                            | 0.003     | 0.0163                           | 0.0002    | 0.0485                            | 0.0014    | 104  | 3.1       | 103.9  | 1.1       | 254   | 29        | 3.9          |
| 180828-2-34  | 0.58 | 0.114                            | 0.010     | 0.0163                           | 0.0004    | 0.0507                            | 0.0050    | 109.1  | 9.1       | 104  | 2.4       | 390   | 120       | 6.2          |
| 180828-2-10  | 0.45 | 0.108                            | 0.012     | 0.0164                           | 0.0003    | 0.0484                            | 0.0050    | 104  | 11        | 104.8  | 1.9       | 220   | 100       | 11.6         |
| 180828-2-1   | 0.44 | 0.112                            | 0.007     | 0.0164                           | 0.0003    | 0.0492                            | 0.0031    | 107.5  | 6.3       | 104.9  | 1.6       | 190   | 48        | 5.1          |
| 180828-2-35  | 0.33 | 0.112                            | 0.006     | 0.0164                           | 0.0003    | 0.0494                            | 0.0027    | 106  | 4.8       | 105.1  | 1.9       | 340   | 73        | 5.5          |
| 180828-2-73  | 0.49 | 0.112                            | 0.008     | 0.0165                           | 0.0004    | 0.0482                            | 0.0035    | 106.7  | 7.5       | 105.5  | 2.2       | 413   | 66        | 8.1          |
| 180828-2-7   | 0.55 | 0.113                            | 0.008     | 0.0165                           | 0.0004    | 0.0503                            | 0.0037    | 108.2  | 7.5       | 105.6  | 2.5       | 325   | 79        | 7.0          |
| 180828-2-98  | 0.22 | 0.113                            | 0.003     | 0.0166                           | 0.0002    | 0.0495                            | 0.0014    | 108.6  | 2.7       | 105.8  | 1.3       | 193   | 31        | 1.1          |
| 180828-2-62  | 0.85 | 0.181                            | 0.005     | 0.0263                           | 0.0005    | 0.0507                            | 0.0013    | 168.5  | 4.5       | 167.3  | 3         | 217   | 36        | 3.8          |
| 180828-2-32  | 0.57 | 0.183                            | 0.007     | 0.0265                           | 0.0005    | 0.0499                            | 0.0012    | 170.2  | 5.7       | 168.5  | 3.2       | 190   | 37        | 4.3          |
| 180828-2-81  | 0.45 | 0.181                            | 0.005     | 0.0265                           | 0.0006    | 0.0496                            | 0.0010    | 168.6  | 4.2       | 168.5  | 3.5       | 191   | 31        | 4.5          |
| 180828-2-59  | 0.64 | 0.183                            | 0.004     | 0.0269                           | 0.0004    | 0.0493                            | 0.0007    | 170.6  | 3.2       | 171  | 2.3       | 181   | 25        | 3.0          |
| 180828-2-91  | 0.92 | 0.191                            | 0.007     | 0.0280                           | 0.0005    | 0.0501                            | 0.0019    | 177  | 6.2       | 177.8  | 3         | 329   | 39        | 4.7          |
| 180828-2-80  | 0.69 | 0.199                            | 0.006     | 0.0288                           | 0.0004    | 0.0500                            | 0.0015    | 184.4  | 5.3       | 182.9  | 2.3       | 277   | 34        | 3.3          |
| 180828-2-2   | 0.64 | 0.212                            | 0.006     | 0.0305                           | 0.0004    | 0.0504                            | 0.0012    | 195.5  | 4.5       | 193.9  | 2.2       | 218   | 19        | 2.6          |
| 180828-2-82  | 0.86 | 0.220                            | 0.011     | 0.0308                           | 0.0007    | 0.0524                            | 0.0025    | 201.3  | 8.8       | 195.8  | 4.1       | 311   | 44        | 3.8          |
| 180828-2-24  | 0.82 | 0.241                            | 0.005     | 0.0344                           | 0.0004    | 0.0506                            | 0.0010    | 218.9  | 4.3       | 218.2  | 2.2       | 231   | 28        | 2.7          |
| 180828-2-88  | 0.71 | 0.248                            | 0.015     | 0.0348                           | 0.0007    | 0.0509                            | 0.0027    | 224  | 12        | 220.2  | 4.1       | 279   | 56        | 5.6          |
| 180828-2-65  | 0.76 | 0.244                            | 0.005     | 0.0348                           | 0.0006    | 0.0515                            | 0.0008    | 221.3  | 3.7       | 220.7  | 3.4       | 265   | 16        | 2.9          |
| 180828-2-75  | 0.25 | 0.260                            | 0.008     | 0.0369                           | 0.0009    | 0.0527                            | 0.0016    | 234.2  | 6.8       | 233.8  | 5.8       | 308   | 46        | 5.2          |
| 180828-2-74  | 0.87 | 0.263                            | 0.011     | 0.0370                           | 0.0008    | 0.0525                            | 0.0019    | 236.5  | 9.1       | 234.1  | 4.8       | 321   | 42        | 4.9          |
| 180828-2-11  | 0.68 | 0.275                            | 0.013     | 0.0387                           | 0.0008    | 0.0512                            | 0.0023    | 247  | 10        | 244.5  | 4.9       | 363   | 49        | 5.1          |
| 180828-2-85  | 0.58 | 0.277                            | 0.009     | 0.0394                           | 0.0006    | 0.0508                            | 0.0015    | 248  | 7.2       | 249.1  | 3.4       | 260   | 36        | 3.8          |
| 180828-2-6   | 0.59 | 0.279                            | 0.008     | 0.0395                           | 0.0007    | 0.0512                            | 0.0015    | 250.4  | 5.9       | 249.7  | 4.1       | 278   | 41        | 3.7          |
| 180828-2-99  | 0.43 | 0.285                            | 0.009     | 0.0400                           | 0.0006    | 0.0514                            | 0.0017    | 254.1  | 7.4       | 252.7  | 3.4       | 264   | 45        | 3.7          |
| 180828-2-8   | 0.67 | 0.284                            | 0.006     | 0.0404                           | 0.0004    | 0.0503                            | 0.0011    | 253.4  | 4.9       | 255.3  | 2.3       | 259   | 25        | 2.1          |
| 180828-2-56  | 0.74 | 0.289                            | 0.008     | 0.0408                           | 0.0005    | 0.0517                            | 0.0013    | 259.7  | 6.3       | 257.9  | 3.2       | 290   | 28        | 3.0          |
| 180828-2-20  | 0.51 | 0.295                            | 0.012     | 0.0411                           | 0.0008    | 0.0523                            | 0.0020    | 262.2  | 9.3       | 259.5  | 4.8       | 345   | 49        | 4.4          |
| 180828-2-38  | 0.43 | 0.303                            | 0.011     | 0.0418                           | 0.0011    | 0.0527                            | 0.0014    | 268.3  | 8.6       | 264.3  | 6.5       | 311   | 61        | 4.2          |
| 180828-2-60  | 0.82 | 0.534                            | 0.009     | 0.0696                           | 0.0008    | 0.0558                            | 0.0008    | 434.1  | 6.1       | 433.6  | 4.6       | 435   | 16        | 2.4          |
| 180828-2-47  | 0.02 | 4.045                            | 0.071     | 0.2557                           | 0.0042    | 0.1151                            | 0.0005    | 1644   | 15        | 1471   | 23        | 1884.6  | 4.7       | -26.2        |
| 180828-2-36  | 0.22 | 4.428                            | 0.073     | 0.2800                           | 0.0037    | 0.1138                            | 0.0009    | 1716   | 14        | 1591   | 19        | 1860.1  | 8.7       | -15.2        |

Table 3. continued.

| Sample Name                          | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|--------------------------------------|------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| 180828-2-95                          | 0.33 | 4.910                            | 0.110      | 0.3208                           | 0.0063     | 0.1133                            | 0.0010     | 1804   | 20         | 1793   | 31         | 1851.5  | 6.3        | -1.2         |
| 180828-2-45                          | 0.74 | 5.000                            | 0.170      | 0.3250                           | 0.0100     | 0.1134                            | 0.0015     | 1818   | 30         | 1814   | 50         | 1856.1  | 9          | 0.9          |
| 180828-2-17                          | 0.49 | 5.010                            | 0.140      | 0.3270                           | 0.0100     | 0.1143                            | 0.0013     | 1821   | 24         | 1820   | 49         | 1872  | 15         | 0.7          |
| 180828-2-9                           | 0.24 | 5.049                            | 0.091      | 0.3268                           | 0.0048     | 0.1118                            | 0.0010     | 1827   | 15         | 1823   | 23         | 1829  | 9.3        | 1.4          |
| 180828-2-63                          | 0.41 | 5.110                            | 0.120      | 0.3271                           | 0.0084     | 0.1149                            | 0.0019     | 1837   | 19         | 1824   | 41         | 1878  | 12         | -0.1         |
| 180828-2-94                          | 0.07 | 5.129                            | 0.097      | 0.3288                           | 0.0059     | 0.1127                            | 0.0008     | 1840   | 16         | 1832   | 29         | 1846.9  | 6.9        | 1.1          |
| 180828-2-67                          | 0.54 | 5.110                            | 0.130      | 0.3294                           | 0.0067     | 0.1139                            | 0.0015     | 1838   | 22         | 1835   | 33         | 1863  | 14         | 1.0          |
| 180828-2-16                          | 0.42 | 5.195                            | 0.053      | 0.3301                           | 0.0034     | 0.1137                            | 0.0004     | 1850.9   | 8.8        | 1838   | 16         | 1858.8  | 3.8        | -0.1         |
| 180828-2-42                          | 0.29 | 5.088                            | 0.099      | 0.3300                           | 0.0065     | 0.1139                            | 0.0012     | 1833   | 16         | 1838   | 31         | 1855  | 14         | 1.5          |
| 180828-2-84                          | 0.14 | 5.130                            | 0.300      | 0.3310                           | 0.0190     | 0.1150                            | 0.0018     | 1850   | 54         | 1840   | 90         | 1889  | 15         | 3.0          |
| 180828-2-18                          | 0.32 | 5.197                            | 0.066      | 0.3309                           | 0.0047     | 0.1143                            | 0.0007     | 1852   | 11         | 1842   | 23         | 1869.8  | 6.6        | 0.1          |
| 180828-2-19                          | 0.04 | 5.177                            | 0.058      | 0.3309                           | 0.0036     | 0.1136                            | 0.0003     | 1849   | 9.7        | 1842   | 18         | 1859.5  | 2.6        | 0.2          |
| 180828-2-66                          | 0.23 | 5.230                            | 0.150      | 0.3320                           | 0.0110     | 0.1148                            | 0.0017     | 1856   | 25         | 1846   | 54         | 1881  | 12         | 1.7          |
| 180828-2-22                          | 0.05 | 5.180                            | 0.100      | 0.3319                           | 0.0056     | 0.1139                            | 0.0008     | 1848   | 17         | 1847   | 27         | 1858  | 7.2        | 1.3          |
| 180828-2-86                          | 0.05 | 5.154                            | 0.070      | 0.3320                           | 0.0042     | 0.1134                            | 0.0007     | 1845   | 12         | 1848   | 20         | 1854.2  | 4          | 1.0          |
| 180828-2-5                           | 0.08 | 5.173                            | 0.056      | 0.3325                           | 0.0036     | 0.1134                            | 0.0005     | 1848.8   | 9.1        | 1850   | 17         | 1853.5  | 3.6        | 0.9          |
| 180828-2-12                          | 0.10 | 5.250                            | 0.038      | 0.3332                           | 0.0021     | 0.1139                            | 0.0003     | 1861.6   | 5.9        | 1854   | 10         | 1862.4  | 3.5        | 0.3          |
| 180828-2-4                           | 0.36 | 5.216                            | 0.069      | 0.3333                           | 0.0048     | 0.1127                            | 0.0006     | 1855   | 12         | 1856   | 23         | 1846.4  | 5.3        | 1.0          |
| 180828-2-97                          | 0.16 | 5.278                            | 0.074      | 0.3343                           | 0.0045     | 0.1136                            | 0.0005     | 1865   | 12         | 1858   | 22         | 1855.3  | 4.8        | 1.3          |
| 180828-2-3                           | 0.16 | 5.254                            | 0.073      | 0.3351                           | 0.0048     | 0.1146                            | 0.0009     | 1861   | 12         | 1863   | 23         | 1870.2  | 7.3        | 1.2          |
| 180828-2-39                          | 0.35 | 5.260                            | 0.140      | 0.3352                           | 0.0057     | 0.1142                            | 0.0014     | 1865   | 21         | 1863   | 28         | 1871.8  | 7.4        | 1.4          |
| 180828-2-69                          | 0.20 | 5.272                            | 0.083      | 0.3351                           | 0.0058     | 0.1144                            | 0.0017     | 1864   | 13         | 1863   | 28         | 1873  | 16         | 1.8          |
| 180828-2-31                          | 0.17 | 5.300                            | 0.100      | 0.3353                           | 0.0053     | 0.1151                            | 0.0007     | 1868   | 16         | 1864   | 25         | 1882.8  | 7.4        | 0.7          |
| 180828-2-40                          | 0.22 | 5.286                            | 0.094      | 0.3355                           | 0.0052     | 0.1151                            | 0.0011     | 1865   | 15         | 1864   | 25         | 1878  | 11         | 1.2          |
| 180828-2-79                          | 0.27 | 5.290                            | 0.110      | 0.3353                           | 0.0069     | 0.1151                            | 0.0007     | 1871   | 15         | 1864   | 33         | 1883.2  | 6.8        | 1.1          |
| 180828-2-93                          | 0.87 | 5.250                            | 0.120      | 0.3347                           | 0.0070     | 0.1139                            | 0.0008     | 1862   | 19         | 1865   | 35         | 1861.6  | 6.8        | 2.1          |
| 180828-2-90                          | 0.16 | 5.284                            | 0.054      | 0.3370                           | 0.0035     | 0.1135                            | 0.0007     | 1865.8   | 8.7        | 1872   | 17         | 1858.2  | 6          | 0.5          |
| 180828-2-49                          | 0.16 | 5.302                            | 0.077      | 0.3384                           | 0.0055     | 0.1158                            | 0.0008     | 1869   | 12         | 1879   | 26         | 1891.9  | 7.3        | 1.1          |
| 180828-2-58                          | 0.16 | 5.331                            | 0.088      | 0.3389                           | 0.0049     | 0.1157                            | 0.0009     | 1873   | 14         | 1881   | 24         | 1895.6  | 7          | 0.9          |
| 180828-2-37                          | 0.04 | 5.414                            | 0.078      | 0.3395                           | 0.0056     | 0.1155                            | 0.0005     | 1886   | 12         | 1884   | 27         | 1887.1  | 3          | 1.4          |
| 180828-2-55                          | 0.23 | 5.350                            | 0.130      | 0.3398                           | 0.0075     | 0.1168                            | 0.0010     | 1876   | 20         | 1885   | 36         | 1912  | 11         | 1.1          |
| 180828-2-64                          | 0.13 | 5.440                            | 0.120      | 0.3415                           | 0.0075     | 0.1158                            | 0.0008     | 1894   | 20         | 1893   | 36         | 1893.9  | 8          | 2.3          |
| 180828-2-28                          | 0.17 | 5.736                            | 0.097      | 0.3497                           | 0.0053     | 0.1186                            | 0.0005     | 1938   | 14         | 1933   | 25         | 1933.9  | 5.3        | 1.5          |
| 180828-2-44                          | 0.55 | 6.430                            | 0.270      | 0.3750                           | 0.0170     | 0.1269                            | 0.0028     | 2034   | 37         | 2050   | 80         | 2054  | 14         | 4.4          |
| 180828-2-68                          | 0.38 | 8.280                            | 0.120      | 0.3804                           | 0.0044     | 0.1576                            | 0.0009     | 2261   | 13         | 2078   | 21         | 2428  | 6.3        | -15.5        |
| 180828-2-27                          | 0.52 | 7.516                            | 0.085      | 0.4004                           | 0.0041     | 0.1359                            | 0.0006     | 2174   | 10         | 2173   | 18         | 2174  | 4.6        | 1.0          |
| 180828-2-23                          | 0.36 | 8.670                            | 0.250      | 0.4292                           | 0.0091     | 0.1474                            | 0.0017     | 2301   | 26         | 2301   | 41         | 2315  | 18         | 2.0          |
| 180828-2-83                          | 0.55 | 9.820                            | 0.480      | 0.4580                           | 0.0180     | 0.1581                            | 0.0021     | 2431   | 37         | 2432   | 81         | 2419  | 12         | 3.3          |
| 180828-2-33                          | 1.33 | 10.310                           | 0.520      | 0.4650                           | 0.0210     | 0.1617                            | 0.0028     | 2459   | 47         | 2460   | 93         | 2485  | 26         | 3.8          |
| <b>Jeongok Fm. (180829-2; n=100)</b> |      |                                  |            |                                  |            |                                   |            |  |            |  |            |   |            |              |
| 180827-1-59                          | 0.06 | 0.183                            | 0.003      | 0.0266                           | 0.0001     | 0.0494                            | 0.0007     | 170.1  | 2.3        | 169.4  | 0.83       | 179   | 17         | 1.4          |
| 180827-1-82                          | 0.09 | 0.182                            | 0.002      | 0.0268                           | 0.0002     | 0.0491                            | 0.0004     | 170.1  | 1.4        | 170.27   | 0.97       | 158   | 11         | 1.3          |
| 180827-1-18                          | 0.20 | 0.183                            | 0.002      | 0.0268                           | 0.0002     | 0.0494                            | 0.0006     | 170.2  | 1.9        | 170.7  | 1          | 178   | 16         | 1.4          |
| 180827-1-50                          | 0.59 | 0.187                            | 0.006      | 0.0269                           | 0.0002     | 0.0504                            | 0.0014     | 174.8  | 4.9        | 171.2  | 1.2        | 226   | 29         | 1.5          |
| 180827-1-42                          | 0.17 | 0.185                            | 0.004      | 0.0269                           | 0.0002     | 0.0495                            | 0.0008     | 172.7  | 3          | 171.3  | 1          | 176   | 20         | 1.5          |

Table 3. continued.

| Sample Name | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | $2\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $2\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | $2\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|-------------|------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--|-----------|--|-----------|---|-----------|--------------|
| 180827-1-19 | 0.25 | 0.186                            | 0.002     | 0.0271                           | 0.0002    | 0.0495                            | 0.0005    | 173.1  | 1.6       | 172.1  | 1.1       | 173   | 12        | 1.0          |
| 180827-1-58 | 0.11 | 0.186                            | 0.003     | 0.0271                           | 0.0002    | 0.0497                            | 0.0008    | 173.1  | 2.5       | 172.5  | 1.2       | 202   | 20        | 1.8          |
| 180827-1-97 | 0.21 | 0.187                            | 0.002     | 0.0272                           | 0.0002    | 0.0501                            | 0.0005    | 173.7  | 1.9       | 173  | 1.4       | 204   | 14        | 1.5          |
| 180827-1-11 | 0.15 | 0.190                            | 0.002     | 0.0278                           | 0.0002    | 0.0496                            | 0.0005    | 176.6  | 1.7       | 176.8  | 1         | 184   | 14        | 1.4          |
| 180827-1-29 | 0.49 | 0.198                            | 0.007     | 0.0285                           | 0.0002    | 0.0508                            | 0.0017    | 184  | 5.5       | 180.8  | 1.5       | 267   | 35        | 2.1          |
| 180827-1-38 | 0.52 | 0.205                            | 0.007     | 0.0290                           | 0.0003    | 0.0511                            | 0.0017    | 189.6  | 5.7       | 184.2  | 1.6       | 279   | 27        | 1.0          |
| 180827-1-67 | 0.47 | 0.205                            | 0.005     | 0.0299                           | 0.0002    | 0.0507                            | 0.0013    | 189.3  | 4.5       | 189.7  | 1.2       | 261   | 30        | 2.8          |
| 180827-1-85 | 0.65 | 0.208                            | 0.006     | 0.0299                           | 0.0002    | 0.0506                            | 0.0013    | 191.8  | 4.6       | 189.8  | 1.1       | 288   | 32        | 1.9          |
| 180827-1-98 | 0.32 | 0.206                            | 0.004     | 0.0299                           | 0.0003    | 0.0497                            | 0.0010    | 190.1  | 3.5       | 189.9  | 1.8       | 209   | 24        | 2.7          |
| 180827-1-21 | 0.45 | 0.209                            | 0.007     | 0.0300                           | 0.0002    | 0.0503                            | 0.0015    | 191.8  | 5.7       | 190.6  | 1.4       | 290   | 30        | 3.1          |
| 180827-1-83 | 0.30 | 0.206                            | 0.005     | 0.0300                           | 0.0002    | 0.0497                            | 0.0012    | 190.1  | 4.2       | 190.8  | 1.2       | 222   | 25        | 2.5          |
| 180827-1-35 | 0.34 | 0.210                            | 0.005     | 0.0302                           | 0.0002    | 0.0503                            | 0.0011    | 193.4  | 3.8       | 191.6  | 1.2       | 218   | 24        | 1.7          |
| 180827-1-64 | 0.66 | 0.209                            | 0.005     | 0.0302                           | 0.0002    | 0.0504                            | 0.0013    | 192.1  | 4.5       | 191.6  | 1.2       | 252   | 27        | 2.7          |
| 180827-1-71 | 0.52 | 0.203                            | 0.009     | 0.0304                           | 0.0002    | 0.0489                            | 0.0022    | 189  | 7.7       | 192.9  | 1.4       | 332   | 45        | 2.8          |
| 180827-1-96 | 0.50 | 0.214                            | 0.009     | 0.0304                           | 0.0003    | 0.0517                            | 0.0021    | 197.3  | 7.4       | 193.2  | 1.8       | 343   | 43        | 2.6          |
| 180827-1-99 | 0.59 | 0.214                            | 0.006     | 0.0305                           | 0.0006    | 0.0520                            | 0.0013    | 196.9  | 5.2       | 193.4  | 3.5       | 291   | 29        | 2.7          |
| 180827-1-3  | 0.54 | 0.213                            | 0.004     | 0.0305                           | 0.0002    | 0.0503                            | 0.0010    | 196.1  | 3.6       | 193.7  | 1.3       | 246   | 20        | 1.3          |
| 180827-1-66 | 0.36 | 0.211                            | 0.004     | 0.0306                           | 0.0002    | 0.0501                            | 0.0008    | 194.6  | 3         | 194.3  | 1.1       | 196   | 19        | 2.0          |
| 180827-1-5  | 0.73 | 0.212                            | 0.006     | 0.0306                           | 0.0003    | 0.0496                            | 0.0014    | 195.3  | 5.1       | 194.5  | 1.5       | 193   | 34        | 3.0          |
| 180827-1-74 | 0.55 | 0.215                            | 0.009     | 0.0307                           | 0.0002    | 0.0516                            | 0.0022    | 196.8  | 7.8       | 194.7  | 1.2       | 362   | 44        | 3.5          |
| 180827-1-63 | 0.31 | 0.215                            | 0.007     | 0.0307                           | 0.0002    | 0.0512                            | 0.0017    | 198.4  | 6.2       | 194.8  | 1.4       | 331   | 42        | 2.1          |
| 180827-1-34 | 0.84 | 0.212                            | 0.008     | 0.0309                           | 0.0003    | 0.0493                            | 0.0019    | 194.3  | 7         | 196.4  | 1.6       | 302   | 53        | 3.3          |
| 180827-1-28 | 0.49 | 0.259                            | 0.067     | 0.0330                           | 0.0011    | 0.0500                            | 0.0150    | 214  | 56        | 209.4  | 6.8       | 1000  | 180       | 27.8         |
| 180827-1-32 | 0.66 | 0.234                            | 0.009     | 0.0339                           | 0.0003    | 0.0506                            | 0.0019    | 212.9  | 7.7       | 214.6  | 2.1       | 275   | 40        | 3.8          |
| 180827-1-14 | 0.46 | 0.261                            | 0.003     | 0.0371                           | 0.0002    | 0.0512                            | 0.0005    | 235.6  | 2.5       | 234.7  | 1.5       | 250   | 11        | 1.3          |
| 180827-1-41 | 0.35 | 0.259                            | 0.023     | 0.0393                           | 0.0005    | 0.0482                            | 0.0043    | 232  | 18        | 248.4  | 3         | 286   | 99        | 2.0          |
| 180827-1-13 | 0.38 | 0.279                            | 0.009     | 0.0399                           | 0.0003    | 0.0510                            | 0.0016    | 249.2  | 7.4       | 252.3  | 2         | 246   | 40        | 2.5          |
| 180827-1-46 | 0.14 | 0.285                            | 0.005     | 0.0400                           | 0.0004    | 0.0515                            | 0.0008    | 254.6  | 3.9       | 252.9  | 2.6       | 271   | 19        | 1.9          |
| 180827-1-62 | 0.28 | 0.285                            | 0.003     | 0.0401                           | 0.0002    | 0.0519                            | 0.0005    | 254.4  | 2.2       | 253.6  | 1.2       | 273   | 13        | 1.0          |
| 180827-1-56 | 0.25 | 0.331                            | 0.013     | 0.0451                           | 0.0004    | 0.0528                            | 0.0022    | 289  | 10        | 284.5  | 2.2       | 402   | 45        | 2.7          |
| 180827-1-10 | 0.76 | 0.508                            | 0.008     | 0.0669                           | 0.0005    | 0.0550                            | 0.0008    | 416.5  | 5.5       | 417.5  | 2.9       | 397   | 20        | 1.8          |
| 180827-1-36 | 0.17 | 0.626                            | 0.008     | 0.0793                           | 0.0005    | 0.0572                            | 0.0006    | 493.2  | 5.1       | 491.7  | 2.9       | 497   | 11        | 1.3          |
| 180827-1-70 | 0.03 | 1.840                            | 0.010     | 0.1336                           | 0.0006    | 0.1012                            | 0.0003    | 1059.5                                       | 3.4       | 808.3  | 3.5       | 1646.1  | 3.4       | -30.2        |
| 180827-1-15 | 0.09 | 2.335                            | 0.022     | 0.1556                           | 0.0014    | 0.1096                            | 0.0004    | 1222.7                                       | 6.8       | 932  | 7.7       | 1791.3  | 6         | -29.6        |
| 180827-1-22 | 0.11 | 2.366                            | 0.015     | 0.1602                           | 0.0010    | 0.1070                            | 0.0003    | 1232.2                                       | 4.6       | 957.8  | 5.5       | 1751.3  | 3.8       | -27.6        |
| 180827-1-23 | 0.05 | 2.750                            | 0.048     | 0.1848                           | 0.0030    | 0.1079                            | 0.0003    | 1345   | 14        | 1095   | 17        | 1766.6  | 3.5       | -59.5        |
| 180827-1-48 | 0.05 | 2.794                            | 0.034     | 0.1884                           | 0.0021    | 0.1079                            | 0.0003    | 1353.9                                       | 8.9       | 1113   | 11        | 1762.7  | 2.7       | -57.1        |
| 180827-1-49 | 0.05 | 2.852                            | 0.074     | 0.1890                           | 0.0040    | 0.1084                            | 0.0008    | 1365   | 20        | 1115   | 22        | 1769  | 13        | -55.5        |
| 180827-1-72 | 0.10 | 2.903                            | 0.065     | 0.1965                           | 0.0040    | 0.1093                            | 0.0004    | 1385   | 17        | 1156   | 22        | 1786  | 5         | -52.2        |
| 180827-1-68 | 0.22 | 2.904                            | 0.038     | 0.2033                           | 0.0021    | 0.1021                            | 0.0005    | 1382.5                                       | 9.9       | 1193   | 11        | 1665.7  | 5.6       | -38.2        |
| 180827-1-86 | 0.08 | 3.208                            | 0.065     | 0.2099                           | 0.0037    | 0.1099                            | 0.0004    | 1456   | 16        | 1228   | 19        | 1797.7  | 4.1       | -44.5        |
| 180827-1-12 | 0.02 | 3.265                            | 0.058     | 0.2146                           | 0.0035    | 0.1111                            | 0.0006    | 1473   | 14        | 1253   | 19        | 1816  | 5.7       | -43.0        |
| 180827-1-1  | 0.28 | 3.216                            | 0.023     | 0.2154                           | 0.0015    | 0.1078                            | 0.0002    | 1461.2                                       | 5.6       | 1257.4                                       | 7.9       | 1761.6  | 2.1       | -39.3        |
| 180827-1-57 | 0.06 | 3.461                            | 0.056     | 0.2207                           | 0.0031    | 0.1126                            | 0.0004    | 1518   | 13        | 1285   | 16        | 1843.5  | 4.2       | -41.9        |
| 180827-1-30 | 0.24 | 3.885                            | 0.089     | 0.2352                           | 0.0051    | 0.1210                            | 0.0004    | 1610   | 19        | 1361   | 26        | 1967.2  | 4         | -42.3        |
| 180827-1-39 | 0.32 | 4.360                            | 0.120     | 0.2409                           | 0.0039    | 0.1301                            | 0.0020    | 1703   | 23        | 1391   | 21        | 2104  | 26        | -47.9        |

Table 3. continued.

| Sample Name  | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|--------------|------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| 180827-1-77  | 0.14 | 3.686                            | 0.078      | 0.2421                           | 0.0047     | 0.1115                            | 0.0004     | 1564   | 17         | 1396   | 24         | 1822  | 3.8        | -28.5        |
| 180827-1-94  | 0.43 | 3.685                            | 0.049      | 0.2420                           | 0.0026     | 0.1120                            | 0.0011     | 1568   | 11         | 1397   | 14         | 1833.7  | 8.2        | -29.7        |
| 180827-1-16  | 0.00 | 3.823                            | 0.027      | 0.2458                           | 0.0016     | 0.1128                            | 0.0002     | 1597.2                                       | 5.6        | 1416.8                                       | 8.2        | 1846.6  | 2.1        | -29.6        |
| 180827-1-69  | 0.14 | 3.742                            | 0.055      | 0.2507                           | 0.0035     | 0.1110                            | 0.0004     | 1579   | 12         | 1442   | 18         | 1811.8  | 5          | -24.0        |
| 180827-1-52  | 0.10 | 4.041                            | 0.049      | 0.2627                           | 0.0028     | 0.1121                            | 0.0004     | 1641.5                                       | 9.8        | 1503   | 14         | 1830.8  | 3.3        | -20.7        |
| 180827-1-61  | 0.05 | 4.068                            | 0.022      | 0.2633                           | 0.0014     | 0.1123                            | 0.0002     | 1648   | 4.5        | 1507.7                                       | 7.4        | 1836.7  | 2.4        | -21.2        |
| 180827-1-40  | 0.11 | 4.403                            | 0.047      | 0.2813                           | 0.0027     | 0.1131                            | 0.0003     | 1712   | 8.8        | 1598   | 14         | 1850.2  | 3          | -14.7        |
| 180827-1-60  | 0.06 | 4.795                            | 0.075      | 0.2841                           | 0.0039     | 0.1220                            | 0.0005     | 1783   | 13         | 1613   | 19         | 1986.6  | 5.2        | -21.7        |
| 180827-1-88  | 0.13 | 4.470                            | 0.066      | 0.2879                           | 0.0043     | 0.1140                            | 0.0003     | 1724   | 12         | 1630   | 21         | 1866.8  | 3.6        | -13.0        |
| 180827-1-75  | 0.24 | 4.372                            | 0.035      | 0.2914                           | 0.0023     | 0.1122                            | 0.0006     | 1708.2                                       | 6.4        | 1648   | 11         | 1835.8  | 4.6        | -10.4        |
| 180827-1-33  | 0.60 | 4.577                            | 0.037      | 0.2949                           | 0.0021     | 0.1128                            | 0.0004     | 1745   | 6.8        | 1666   | 11         | 1847.8  | 4.1        | -10.0        |
| 180827-1-17  | 0.10 | 4.594                            | 0.058      | 0.2985                           | 0.0039     | 0.1122                            | 0.0004     | 1748   | 11         | 1684   | 19         | 1837.5  | 5.2        | -7.7         |
| 180827-1-87  | 0.26 | 5.980                            | 0.120      | 0.3038                           | 0.0056     | 0.1450                            | 0.0008     | 1975   | 19         | 1710   | 28         | 2289.4  | 7.1        | -31.8        |
| 180827-1-24  | 0.03 | 4.719                            | 0.068      | 0.3063                           | 0.0047     | 0.1119                            | 0.0003     | 1770   | 12         | 1722   | 23         | 1831.1  | 2.2        | -4.9         |
| 180827-1-37  | 0.78 | 4.849                            | 0.052      | 0.3064                           | 0.0034     | 0.1150                            | 0.0011     | 1793.2                                       | 9          | 1723   | 17         | 1883.8  | 6.1        | -8.0         |
| 180827-1-6   | 0.17 | 4.738                            | 0.093      | 0.3074                           | 0.0058     | 0.1115                            | 0.0007     | 1773   | 17         | 1728   | 28         | 1823.4  | 4.8        | -3.6         |
| 180827-1-44  | 0.01 | 4.738                            | 0.042      | 0.3092                           | 0.0028     | 0.1110                            | 0.0005     | 1773.7                                       | 7.5        | 1737   | 14         | 1817.8  | 4.7        | -3.6         |
| 180827-1-26  | 0.63 | 4.899                            | 0.067      | 0.3122                           | 0.0039     | 0.1146                            | 0.0008     | 1802   | 11         | 1751   | 19         | 1873.6  | 5.7        | -5.6         |
| 180827-1-25  | 0.07 | 5.187                            | 0.094      | 0.3190                           | 0.0059     | 0.1184                            | 0.0009     | 1850   | 16         | 1785   | 29         | 1932.7  | 9.1        | -6.1         |
| 180827-1-84  | 0.44 | 4.850                            | 0.130      | 0.3190                           | 0.0084     | 0.1125                            | 0.0025     | 1793   | 23         | 1785   | 41         | 1845  | 19         | 0.0          |
| 180827-1-89  | 0.13 | 4.900                            | 0.130      | 0.3198                           | 0.0095     | 0.1121                            | 0.0005     | 1801   | 22         | 1788   | 46         | 1836  | 5.4        | 0.2          |
| 180827-1-51  | 0.21 | 4.878                            | 0.090      | 0.3201                           | 0.0058     | 0.1128                            | 0.0008     | 1805   | 19         | 1790   | 28         | 1851.8  | 9          | -1.4         |
| 180827-1-73  | 0.30 | 4.909                            | 0.038      | 0.3231                           | 0.0023     | 0.1134                            | 0.0006     | 1803.5                                       | 6.6        | 1805   | 11         | 1852.1  | 5.5        | -1.7         |
| 180827-1-93  | 0.35 | 4.972                            | 0.077      | 0.3246                           | 0.0048     | 0.1137                            | 0.0006     | 1814   | 13         | 1812   | 24         | 1861  | 6.3        | -1.0         |
| 180827-1-79  | 0.11 | 5.030                            | 0.120      | 0.3250                           | 0.0057     | 0.1131                            | 0.0010     | 1823   | 21         | 1814   | 28         | 1848.2  | 4.7        | -0.1         |
| 180827-1-45  | 0.42 | 5.014                            | 0.090      | 0.3254                           | 0.0056     | 0.1118                            | 0.0006     | 1821   | 15         | 1816   | 27         | 1836  | 9.1        | 0.9          |
| 180827-1-8   | 0.49 | 5.070                            | 0.150      | 0.3253                           | 0.0076     | 0.1127                            | 0.0016     | 1831   | 24         | 1816   | 37         | 1842  | 17         | 1.5          |
| 180827-1-91  | 0.64 | 5.076                            | 0.075      | 0.3283                           | 0.0049     | 0.1146                            | 0.0010     | 1837   | 13         | 1830   | 24         | 1866.2  | 7.9        | -0.2         |
| 180827-1-9   | 0.50 | 5.167                            | 0.064      | 0.3291                           | 0.0048     | 0.1138                            | 0.0012     | 1847   | 11         | 1834   | 23         | 1860.4  | 7.9        | 0.2          |
| 180827-1-43  | 0.03 | 5.107                            | 0.058      | 0.3294                           | 0.0037     | 0.1130                            | 0.0002     | 1838   | 10         | 1835   | 18         | 1848.9  | 2.1        | 0.3          |
| 180827-1-54  | 0.17 | 5.100                            | 0.072      | 0.3295                           | 0.0053     | 0.1131                            | 0.0003     | 1836   | 12         | 1836   | 26         | 1849.4  | 5.8        | 1.0          |
| 180827-1-47  | 0.24 | 5.117                            | 0.083      | 0.3298                           | 0.0050     | 0.1136                            | 0.0006     | 1842   | 15         | 1837   | 24         | 1857.5  | 4.9        | 0.5          |
| 180827-1-95  | 0.17 | 5.150                            | 0.072      | 0.3304                           | 0.0049     | 0.1143                            | 0.0006     | 1844   | 12         | 1840   | 24         | 1866.4  | 3.9        | 0.1          |
| 180827-1-7   | 0.27 | 5.183                            | 0.075      | 0.3312                           | 0.0047     | 0.1130                            | 0.0007     | 1850   | 12         | 1844   | 23         | 1846.8  | 4.1        | 1.3          |
| 180827-1-2   | 0.28 | 5.199                            | 0.043      | 0.3326                           | 0.0027     | 0.1126                            | 0.0002     | 1852.9                                       | 7.1        | 1851   | 13         | 1840.8  | 2.1        | 0.3          |
| 180827-1-55  | 0.01 | 5.227                            | 0.052      | 0.3334                           | 0.0036     | 0.1149                            | 0.0003     | 1856.8                                       | 8.4        | 1855   | 18         | 1877.7  | 2.9        | -0.1         |
| 180827-1-65  | 0.03 | 5.314                            | 0.097      | 0.3356                           | 0.0060     | 0.1131                            | 0.0004     | 1871   | 16         | 1865   | 29         | 1850.4  | 3.1        | 0.9          |
| 180827-1-4   | 0.03 | 5.300                            | 0.033      | 0.3357                           | 0.0019     | 0.1134                            | 0.0004     | 1868.9                                       | 5.4        | 1865.8                                       | 9.1        | 1854.2  | 4.3        | 0.1          |
| 180827-1-90  | 0.27 | 5.328                            | 0.039      | 0.3372                           | 0.0020     | 0.1145                            | 0.0005     | 1873.4                                       | 6.2        | 1872.8                                       | 9.5        | 1870.1  | 4.3        | 0.6          |
| 180827-1-27  | 0.40 | 5.408                            | 0.059      | 0.3397                           | 0.0037     | 0.1159                            | 0.0006     | 1885.8                                       | 9.4        | 1885   | 18         | 1896.8  | 6          | 0.6          |
| 180827-1-20  | 0.00 | 5.670                            | 0.130      | 0.3464                           | 0.0079     | 0.1180                            | 0.0008     | 1926   | 20         | 1917   | 38         | 1929  | 12         | 2.0          |
| 180827-1-81  | 0.41 | 5.986                            | 0.042      | 0.3581                           | 0.0023     | 0.1194                            | 0.0004     | 1973.4                                       | 6.1        | 1973   | 11         | 1950.1  | 3.9        | -0.4         |
| 180827-1-100 | 0.43 | 6.017                            | 0.060      | 0.3589                           | 0.0037     | 0.1234                            | 0.0002     | 1978.1                                       | 8.6        | 1977   | 18         | 2004.6  | 2.3        | -0.4         |
| 180827-1-80  | 0.27 | 6.027                            | 0.031      | 0.3597                           | 0.0016     | 0.1218                            | 0.0003     | 1979.5                                       | 4.5        | 1981.6                                       | 7.6        | 1982.1  | 2.1        | 0.5          |
| 180827-1-76  | 0.35 | 6.132                            | 0.068      | 0.3620                           | 0.0033     | 0.1253                            | 0.0008     | 1994.9                                       | 9.8        | 1993   | 16         | 2033.2  | 6.7        | -0.9         |
| 180827-1-31  | 0.42 | 7.524                            | 0.063      | 0.3727                           | 0.0024     | 0.1467                            | 0.0005     | 2175.1                                       | 7.5        | 2042   | 11         | 2309  | 4.2        | -12.3        |

Table 3. continued.

| Sample Name                        | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|------------------------------------|------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| 180827-1-92                        | 0.53 | 8.031                            | 0.063      | 0.4142                           | 0.0029     | 0.1417                            | 0.0005     | 2234.6                                       | 6.9        | 2234   | 13         | 2249.1  | 3.9        | 0.1          |
| 180827-1-53                        | 0.42 | 10.610                           | 0.130      | 0.4167                           | 0.0045     | 0.1872                            | 0.0010     | 2491   | 12         | 2245   | 20         | 2715.6  | 6          | -19.8        |
| 180827-1-78                        | 1.13 | 10.620                           | 0.070      | 0.4708                           | 0.0032     | 0.1659                            | 0.0007     | 2490   | 6.1        | 2487   | 14         | 2517.4  | 4.3        | -0.5         |
| <b>Sagok Fm. (180828-5; n=100)</b> |      |                                  |            |                                  |            |                                   |            |  |            |  |            |   |            |              |
| 180828-5-27                        | 1.23 | 0.106                            | 0.006      | 0.0160                           | 0.0002     | 0.0481                            | 0.0025     | 102  | 5.2        | 102.2  | 1.1        | 282   | 61         | 6.0          |
| 180828-5-45                        | 0.32 | 0.111                            | 0.007      | 0.0162                           | 0.0002     | 0.0501                            | 0.0032     | 107.6  | 6.5        | 103.4  | 1.1        | 387   | 62         | 3.3          |
| 180828-5-44                        | 0.33 | 0.107                            | 0.005      | 0.0164                           | 0.0002     | 0.0471                            | 0.0021     | 103.1  | 4.8        | 104.6  | 1.3        | 169   | 44         | 4.5          |
| 180828-5-35                        | 0.66 | 0.172                            | 0.003      | 0.0251                           | 0.0003     | 0.0500                            | 0.0008     | 161.5  | 2.7        | 160  | 1.7        | 201   | 24         | 1.8          |
| 180828-5-34                        | 0.26 | 0.174                            | 0.002      | 0.0256                           | 0.0002     | 0.0496                            | 0.0005     | 162.5  | 1.9        | 163.1  | 1.2        | 169   | 15         | 1.5          |
| 180828-5-24                        | 0.53 | 0.173                            | 0.003      | 0.0258                           | 0.0002     | 0.0487                            | 0.0009     | 161.9  | 2.7        | 163.9  | 1.2        | 181   | 23         | 1.2          |
| 180828-5-10                        | 0.97 | 0.180                            | 0.006      | 0.0258                           | 0.0002     | 0.0505                            | 0.0018     | 167.5  | 5.4        | 164.1  | 1.5        | 237   | 37         | 2.1          |
| 180828-5-7                         | 0.30 | 0.176                            | 0.002      | 0.0258                           | 0.0002     | 0.0494                            | 0.0006     | 164.8  | 2          | 164.15                                       | 0.98       | 172   | 17         | 1.4          |
| 180828-5-23                        | 0.57 | 0.175                            | 0.003      | 0.0258                           | 0.0002     | 0.0494                            | 0.0007     | 163.3  | 2.7        | 164.4  | 1.4        | 177   | 19         | 1.8          |
| 180828-5-25                        | 0.69 | 0.171                            | 0.007      | 0.0258                           | 0.0003     | 0.0481                            | 0.0019     | 160.1  | 6.2        | 164.4  | 2          | 271   | 46         | 2.4          |
| 180828-5-31                        | 1.03 | 0.172                            | 0.015      | 0.0260                           | 0.0003     | 0.0489                            | 0.0040     | 164  | 12         | 165.1  | 1.9        | 396   | 67         | 7.8          |
| 180828-5-52                        | 0.75 | 0.176                            | 0.008      | 0.0260                           | 0.0002     | 0.0491                            | 0.0023     | 165.7  | 6.8        | 165.5  | 1.4        | 339   | 47         | 4.8          |
| 180828-5-77                        | 0.75 | 0.178                            | 0.003      | 0.0261                           | 0.0002     | 0.0490                            | 0.0007     | 166.4  | 2.4        | 165.95                                       | 0.93       | 172   | 17         | 1.7          |
| 180828-5-67                        | 0.31 | 0.176                            | 0.003      | 0.0261                           | 0.0002     | 0.0490                            | 0.0006     | 165  | 2.2        | 166.2  | 1.1        | 148   | 17         | 1.3          |
| 180828-5-90                        | 0.23 | 0.179                            | 0.002      | 0.0261                           | 0.0002     | 0.0494                            | 0.0005     | 167.1  | 2          | 166.3  | 1.3        | 169   | 12         | 1.5          |
| 180828-5-88                        | 0.08 | 0.180                            | 0.003      | 0.0262                           | 0.0002     | 0.0498                            | 0.0006     | 167.8  | 2.2        | 166.9  | 1.3        | 182   | 14         | 1.6          |
| 180828-5-22                        | 0.80 | 0.179                            | 0.002      | 0.0262                           | 0.0002     | 0.0495                            | 0.0007     | 167.5  | 2          | 167  | 1.2        | 189   | 18         | 1.6          |
| 180828-5-81                        | 0.75 | 0.177                            | 0.007      | 0.0263                           | 0.0002     | 0.0487                            | 0.0018     | 164.6  | 5.8        | 167.3  | 1.3        | 279   | 38         | 2.7          |
| 180828-5-26                        | 0.30 | 0.184                            | 0.003      | 0.0267                           | 0.0003     | 0.0505                            | 0.0010     | 171.3  | 2.7        | 169.5  | 1.8        | 214   | 29         | 1.6          |
| 180828-5-59                        | 0.31 | 0.187                            | 0.004      | 0.0277                           | 0.0002     | 0.0491                            | 0.0008     | 174.3  | 3          | 176.3  | 1.4        | 176   | 20         | 1.4          |
| 180828-5-57                        | 0.33 | 0.253                            | 0.005      | 0.0279                           | 0.0003     | 0.0653                            | 0.0012     | 228.5  | 4.4        | 177.7  | 1.9        | 777   | 31         | -25.0        |
| 180828-5-94                        | 0.77 | 0.227                            | 0.004      | 0.0325                           | 0.0003     | 0.0511                            | 0.0008     | 207.3  | 3.4        | 206.3  | 1.6        | 260   | 23         | 1.9          |
| 180828-5-72                        | 0.68 | 0.227                            | 0.004      | 0.0326                           | 0.0003     | 0.0503                            | 0.0007     | 207.6  | 3.1        | 206.9  | 1.6        | 214   | 20         | 1.9          |
| 180828-5-84                        | 0.84 | 0.229                            | 0.003      | 0.0327                           | 0.0002     | 0.0506                            | 0.0006     | 209.4  | 2.4        | 207.5  | 1.4        | 233   | 18         | 0.9          |
| 180828-5-33                        | 0.23 | 0.238                            | 0.006      | 0.0342                           | 0.0004     | 0.0505                            | 0.0013     | 216.5  | 5          | 216.4  | 2.5        | 248   | 40         | 3.4          |
| 180828-5-36                        | 0.77 | 0.238                            | 0.003      | 0.0342                           | 0.0003     | 0.0507                            | 0.0007     | 216.6  | 2.7        | 216.7  | 2          | 237   | 16         | 2.1          |
| 180828-5-47                        | 2.20 | 0.240                            | 0.005      | 0.0342                           | 0.0004     | 0.0506                            | 0.0010     | 217.9  | 4.3        | 216.7  | 2.2        | 224   | 28         | 2.4          |
| 180828-5-93                        | 0.38 | 0.243                            | 0.005      | 0.0346                           | 0.0003     | 0.0513                            | 0.0009     | 221  | 4.1        | 219.2  | 1.6        | 234   | 26         | 1.8          |
| 180828-5-91                        | 0.82 | 0.241                            | 0.009      | 0.0346                           | 0.0005     | 0.0519                            | 0.0017     | 219.1  | 7.5        | 219.3  | 2.9        | 325   | 48         | 4.7          |
| 180828-5-87                        | 0.57 | 0.242                            | 0.003      | 0.0346                           | 0.0002     | 0.0512                            | 0.0005     | 220.3  | 2.5        | 219.4  | 1.3        | 249   | 12         | 1.3          |
| 180828-5-65                        | 1.67 | 0.243                            | 0.007      | 0.0347                           | 0.0003     | 0.0513                            | 0.0013     | 222.1  | 5.2        | 219.9  | 2          | 303   | 31         | 2.3          |
| 180828-5-64                        | 0.61 | 0.245                            | 0.007      | 0.0348                           | 0.0004     | 0.0512                            | 0.0014     | 222.4  | 5.4        | 220.4  | 2.2        | 252   | 30         | 2.5          |
| 180828-5-73                        | 1.29 | 0.246                            | 0.005      | 0.0348                           | 0.0003     | 0.0510                            | 0.0009     | 222.7  | 3.9        | 220.5  | 1.6        | 261   | 25         | 1.5          |
| 180828-5-69                        | 0.94 | 0.240                            | 0.005      | 0.0348                           | 0.0003     | 0.0502                            | 0.0010     | 218.4  | 4.1        | 220.5  | 1.8        | 223   | 24         | 1.7          |
| 180828-5-66                        | 1.85 | 0.243                            | 0.005      | 0.0348                           | 0.0003     | 0.0512                            | 0.0010     | 220.6  | 3.9        | 220.5  | 1.8        | 239   | 28         | 2.5          |
| 180828-5-85                        | 0.99 | 0.241                            | 0.006      | 0.0348                           | 0.0003     | 0.0499                            | 0.0013     | 218.7  | 4.6        | 220.7  | 1.9        | 228   | 29         | 2.1          |
| 180828-5-71                        | 1.44 | 0.242                            | 0.011      | 0.0348                           | 0.0004     | 0.0508                            | 0.0022     | 219.2  | 8.6        | 220.7  | 2.4        | 359   | 47         | 4.3          |
| 180828-5-82                        | 1.08 | 0.242                            | 0.011      | 0.0348                           | 0.0004     | 0.0506                            | 0.0023     | 219.1  | 9.4        | 220.7  | 2.6        | 363   | 42         | 4.7          |
| 180828-5-100                       | 0.79 | 0.244                            | 0.004      | 0.0349                           | 0.0003     | 0.0509                            | 0.0007     | 221.3  | 2.9        | 221.4  | 1.8        | 242   | 15         | 2.1          |
| 180828-5-83                        | 0.55 | 0.245                            | 0.011      | 0.0352                           | 0.0004     | 0.0512                            | 0.0022     | 221.7  | 8.6        | 222.9  | 2.4        | 304   | 48         | 4.4          |
| 180828-5-28                        | 0.45 | 0.247                            | 0.008      | 0.0352                           | 0.0003     | 0.0501                            | 0.0016     | 223.6  | 6.5        | 223  | 1.9        | 243   | 41         | 3.5          |



Table 3. continued.

| Sample Name | Th/U  | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|-------------|-------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| 180828-5-6  | 1.56  | 0.244                            | 0.007      | 0.0353                           | 0.0003     | 0.0500                            | 0.0014     | 221  | 5.8        | 223.7  | 1.7        | 231   | 32         | 2.2          |
| 180828-5-15 | 0.93  | 0.243                            | 0.005      | 0.0353                           | 0.0003     | 0.0499                            | 0.0011     | 221  | 4.4        | 223.8  | 1.9        | 224   | 27         | 1.6          |
| 180828-5-13 | 0.51  | 0.246                            | 0.002      | 0.0354                           | 0.0002     | 0.0504                            | 0.0003     | 223.5  | 1.8        | 224.2  | 1.3        | 214.2   | 9.4        | 1.1          |
| 180828-5-86 | 0.96  | 0.250                            | 0.006      | 0.0355                           | 0.0003     | 0.0520                            | 0.0010     | 226.4  | 4.5        | 224.9  | 2.1        | 281   | 21         | 2.3          |
| 180828-5-37 | 1.34  | 0.248                            | 0.005      | 0.0355                           | 0.0004     | 0.0510                            | 0.0008     | 225  | 3.9        | 224.9  | 2.2        | 243   | 21         | 2.7          |
| 180828-5-21 | 1.29  | 0.250                            | 0.004      | 0.0356                           | 0.0004     | 0.0509                            | 0.0006     | 226.2  | 3.2        | 225.4  | 2.2        | 247   | 14         | 2.0          |
| 180828-5-8  | -0.10 | 0.246                            | 0.006      | 0.0356                           | 0.0003     | 0.0505                            | 0.0012     | 224.4  | 4.7        | 225.6  | 1.8        | 250   | 27         | 2.4          |
| 180828-5-49 | 0.41  | 0.249                            | 0.004      | 0.0357                           | 0.0003     | 0.0508                            | 0.0005     | 226  | 2.8        | 226  | 2          | 223   | 12         | 2.1          |
| 180828-5-29 | 0.04  | 0.248                            | 0.006      | 0.0357                           | 0.0004     | 0.0508                            | 0.0015     | 225.1  | 5          | 226  | 2.5        | 245   | 32         | 2.9          |
| 180828-5-1  | 0.45  | 0.250                            | 0.005      | 0.0359                           | 0.0003     | 0.0502                            | 0.0009     | 226.2  | 4.2        | 227.6  | 2          | 207   | 23         | 2.1          |
| 180828-5-2  | 0.28  | 0.260                            | 0.004      | 0.0364                           | 0.0006     | 0.0519                            | 0.0006     | 234.4  | 3.1        | 230.7  | 3.6        | 275   | 10         | 1.3          |
| 180828-5-3  | 0.50  | 0.255                            | 0.004      | 0.0365                           | 0.0002     | 0.0505                            | 0.0008     | 230.3  | 3          | 230.9  | 1.4        | 225   | 19         | 1.7          |
| 180828-5-32 | 0.03  | 0.306                            | 0.012      | 0.0376                           | 0.0008     | 0.0593                            | 0.0019     | 270.7  | 9.2        | 237.7  | 4.6        | 579   | 28         | -8.1         |
| 180828-5-39 | 0.05  | 0.425                            | 0.008      | 0.0520                           | 0.0005     | 0.0591                            | 0.0011     | 359.6  | 6          | 326.6  | 3.2        | 593   | 26         | -7.3         |
| 180828-5-11 | 0.69  | 0.410                            | 0.017      | 0.0574                           | 0.0007     | 0.0516                            | 0.0019     | 350  | 12         | 359.7  | 4.1        | 303   | 48         | 1.8          |
| 180828-5-51 | 0.13  | 0.520                            | 0.004      | 0.0682                           | 0.0004     | 0.0550                            | 0.0002     | 425.3  | 2.9        | 425.1  | 2.5        | 415   | 6.3        | 1.2          |
| 180828-5-46 | 0.31  | 0.811                            | 0.015      | 0.0915                           | 0.0015     | 0.0644                            | 0.0007     | 602.9  | 8.4        | 564.5  | 8.9        | 753   | 15         | -3.7         |
| 180828-5-78 | 0.57  | 1.037                            | 0.018      | 0.1181                           | 0.0016     | 0.0635                            | 0.0013     | 722.3  | 8.8        | 719.6  | 9.1        | 714   | 25         | 2.1          |
| 180828-5-96 | 0.19  | 1.070                            | 0.026      | 0.1202                           | 0.0016     | 0.0634                            | 0.0010     | 738  | 13         | 731.5  | 9.5        | 727   | 20         | 2.2          |
| 180828-5-55 | 0.40  | 1.159                            | 0.023      | 0.1292                           | 0.0013     | 0.0651                            | 0.0011     | 780  | 11         | 783.1  | 7.7        | 786   | 21         | 2.0          |
| 180828-5-54 | 0.74  | 1.169                            | 0.013      | 0.1293                           | 0.0011     | 0.0657                            | 0.0004     | 785.5  | 6.3        | 783.9  | 6.5        | 800   | 7.5        | 1.4          |
| 180828-5-80 | 0.83  | 1.180                            | 0.012      | 0.1301                           | 0.0008     | 0.0654                            | 0.0006     | 791.4  | 5.4        | 788.1  | 4.3        | 795   | 13         | 0.8          |
| 180828-5-98 | 1.13  | 1.238                            | 0.008      | 0.1351                           | 0.0008     | 0.0669                            | 0.0002     | 818  | 3.6        | 817  | 4.2        | 834.4   | 3.6        | 0.8          |
| 180828-5-48 | 0.01  | 2.171                            | 0.022      | 0.1474                           | 0.0013     | 0.1065                            | 0.0004     | 1171.6                                       | 7.2        | 886.3  | 7.2        | 1740.2  | 3.6        | -30.6        |
| 180828-5-50 | 0.19  | 1.577                            | 0.017      | 0.1604                           | 0.0014     | 0.0709                            | 0.0003     | 961  | 6.7        | 959.2  | 7.6        | 950.9   | 5.9        | 1.3          |
| 180828-5-95 | 0.00  | 2.411                            | 0.017      | 0.1697                           | 0.0010     | 0.1030                            | 0.0003     | 1245.7                                       | 5          | 1010.2                                       | 5.7        | 1677.8  | 3.2        | -65.2        |
| 180828-5-43 | 0.20  | 2.230                            | 0.023      | 0.2036                           | 0.0018     | 0.0799                            | 0.0004     | 1190.7                                       | 7.2        | 1194.3                                       | 9.7        | 1191.8  | 5.2        | 1.0          |
| 180828-5-20 | 0.08  | 3.451                            | 0.062      | 0.2264                           | 0.0038     | 0.1111                            | 0.0006     | 1515   | 14         | 1315   | 20         | 1815.7  | 5.9        | -36.1        |
| 180828-5-89 | 0.04  | 3.561                            | 0.053      | 0.2340                           | 0.0032     | 0.1114                            | 0.0008     | 1541   | 12         | 1355   | 17         | 1826.5  | 6.3        | -33.1        |
| 180828-5-38 | 0.14  | 3.782                            | 0.041      | 0.2480                           | 0.0022     | 0.1115                            | 0.0006     | 1588.6                                       | 8.7        | 1428   | 11         | 1819.9  | 5.5        | -26.3        |
| 180828-5-61 | 0.10  | 4.182                            | 0.038      | 0.2668                           | 0.0022     | 0.1130                            | 0.0003     | 1669.8                                       | 7.6        | 1526   | 11         | 1850.8  | 3.8        | -20.3        |
| 180828-5-12 | 0.01  | 4.280                            | 0.100      | 0.2704                           | 0.0056     | 0.1140                            | 0.0004     | 1688   | 19         | 1548   | 30         | 1862.6  | 4.8        | -18.1        |
| 180828-5-9  | 0.38  | 4.360                            | 0.050      | 0.2743                           | 0.0029     | 0.1141                            | 0.0009     | 1704.5                                       | 9.6        | 1562   | 15         | 1869.1  | 6.1        | -18.3        |
| 180828-5-60 | 0.46  | 4.299                            | 0.064      | 0.2779                           | 0.0037     | 0.1127                            | 0.0006     | 1693   | 12         | 1581   | 19         | 1843.1  | 5.4        | -15.0        |
| 180828-5-74 | 0.47  | 4.373                            | 0.035      | 0.2821                           | 0.0018     | 0.1116                            | 0.0004     | 1707.9                                       | 6.8        | 1601.6                                       | 9.1        | 1825.3  | 3.7        | -13.2        |
| 180828-5-53 | 0.07  | 4.415                            | 0.035      | 0.2844                           | 0.0022     | 0.1120                            | 0.0003     | 1714.8                                       | 6.5        | 1615   | 11         | 1833.8  | 2.8        | -12.7        |
| 180828-5-79 | 0.64  | 4.409                            | 0.051      | 0.2849                           | 0.0020     | 0.1127                            | 0.0007     | 1713.5                                       | 9.7        | 1616   | 10         | 1840.7  | 6.5        | -12.9        |
| 180828-5-97 | 0.10  | 4.498                            | 0.041      | 0.2863                           | 0.0020     | 0.1139                            | 0.0003     | 1730.6                                       | 7.5        | 1623   | 10         | 1863.2  | 2.5        | -14.0        |
| 180828-5-4  | 0.31  | 4.481                            | 0.056      | 0.2870                           | 0.0031     | 0.1128                            | 0.0010     | 1727   | 10         | 1626   | 16         | 1842.8  | 8.4        | -11.8        |
| 180828-5-42 | 0.08  | 4.726                            | 0.090      | 0.2991                           | 0.0050     | 0.1150                            | 0.0006     | 1771   | 16         | 1686   | 25         | 1878.2  | 5.1        | -9.6         |
| 180828-5-63 | 0.06  | 4.836                            | 0.077      | 0.3022                           | 0.0040     | 0.1159                            | 0.0006     | 1790   | 13         | 1702   | 20         | 1891.7  | 6.6        | -9.6         |
| 180828-5-5  | 0.14  | 4.800                            | 0.140      | 0.3164                           | 0.0079     | 0.1105                            | 0.0017     | 1783   | 24         | 1771   | 39         | 1813  | 13         | 0.6          |
| 180828-5-17 | 0.67  | 4.965                            | 0.091      | 0.3181                           | 0.0048     | 0.1128                            | 0.0011     | 1813   | 15         | 1780   | 24         | 1838.4  | 6.2        | -1.6         |
| 180828-5-19 | 0.93  | 5.039                            | 0.097      | 0.3239                           | 0.0037     | 0.1131                            | 0.0015     | 1825   | 16         | 1809   | 18         | 1851  | 11         | -0.7         |
| 180828-5-14 | 0.35  | 5.116                            | 0.087      | 0.3272                           | 0.0058     | 0.1133                            | 0.0010     | 1838   | 14         | 1825   | 28         | 1851.1  | 8.9        | 0.6          |
| 180828-5-16 | 0.24  | 5.165                            | 0.039      | 0.3312                           | 0.0024     | 0.1130                            | 0.0003     | 1846.2                                       | 6.4        | 1844   | 11         | 1849.7  | 2.4        | 0.4          |

Table 3. continued.

| Sample Name                        | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|------------------------------------|------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| 180828-5-99                        | 0.26 | 5.183                            | 0.067      | 0.3320                           | 0.0038     | 0.1145                            | 0.0008     | 1850   | 11         | 1848   | 18         | 1870.1  | 4.4        | 0.0          |
| 180828-5-76                        | 0.21 | 5.258                            | 0.094      | 0.3348                           | 0.0046     | 0.1133                            | 0.0007     | 1861   | 15         | 1861   | 22         | 1854.3  | 6.2        | 1.2          |
| 180828-5-68                        | 0.26 | 5.254                            | 0.056      | 0.3349                           | 0.0036     | 0.1141                            | 0.0004     | 1860.8                                       | 9.1        | 1862   | 17         | 1866.7  | 3.7        | 0.9          |
| 180828-5-56                        | 0.19 | 5.281                            | 0.085      | 0.3357                           | 0.0037     | 0.1150                            | 0.0008     | 1865   | 14         | 1866   | 18         | 1879.4  | 4.6        | 0.5          |
| 180828-5-40                        | 0.56 | 5.284                            | 0.077      | 0.3362                           | 0.0039     | 0.1144                            | 0.0008     | 1865   | 13         | 1868   | 19         | 1870  | 7.5        | 1.3          |
| 180828-5-75                        | 0.57 | 5.330                            | 0.120      | 0.3371                           | 0.0064     | 0.1174                            | 0.0011     | 1873   | 19         | 1872   | 31         | 1915.8  | 8.1        | -0.3         |
| 180828-5-18                        | 0.20 | 5.425                            | 0.050      | 0.3376                           | 0.0029     | 0.1163                            | 0.0005     | 1888.6                                       | 7.8        | 1875   | 14         | 1902.6  | 5.5        | -0.4         |
| 180828-5-92                        | 0.39 | 5.400                            | 0.081      | 0.3386                           | 0.0045     | 0.1167                            | 0.0007     | 1884   | 13         | 1880   | 22         | 1903.3  | 6.9        | 0.3          |
| 180828-5-62                        | 0.14 | 5.394                            | 0.039      | 0.3400                           | 0.0028     | 0.1148                            | 0.0004     | 1883.7                                       | 6.2        | 1886   | 13         | 1876.9  | 3.3        | 0.4          |
| 180828-5-58                        | 0.49 | 5.442                            | 0.078      | 0.3403                           | 0.0044     | 0.1157                            | 0.0008     | 1891   | 12         | 1888   | 21         | 1891.3  | 5.1        | 1.2          |
| 180828-5-30                        | 0.26 | 5.498                            | 0.083      | 0.3428                           | 0.0048     | 0.1176                            | 0.0006     | 1904   | 11         | 1900   | 23         | 1924.7  | 4.5        | 0.1          |
| 180828-5-70                        | 0.50 | 5.607                            | 0.078      | 0.3446                           | 0.0044     | 0.1174                            | 0.0011     | 1916   | 12         | 1912   | 22         | 1909.7  | 9.5        | 1.5          |
| 180828-5-41                        | 0.46 | 10.440                           | 0.140      | 0.4658                           | 0.0054     | 0.1632                            | 0.0006     | 2477   | 11         | 2465   | 24         | 2490  | 2.6        | 0.1          |
| <b>Sagok Fm. (180828-6; n=100)</b> |      |                                  |            |                                  |            |                                   |            |  |            |  |            |   |            |              |
| 180828-6-78                        | 0.45 | 0.104                            | 0.004      | 0.0156                           | 0.0002     | 0.0491                            | 0.0022     | 100.8  | 4          | 99.8   | 1.2        | 214   | 43         | 4.2          |
| 180828-6-50                        | 0.70 | 0.101                            | 0.009      | 0.0157                           | 0.0003     | 0.0478                            | 0.0040     | 98.4   | 8.1        | 100.6  | 2.2        | 272   | 81         | 8.2          |
| 180828-6-53                        | 0.76 | 0.109                            | 0.004      | 0.0164                           | 0.0002     | 0.0479                            | 0.0016     | 105.1  | 3.5        | 104.8  | 1.5        | 207   | 39         | 4.5          |
| 180828-6-60                        | 1.15 | 0.111                            | 0.007      | 0.0165                           | 0.0003     | 0.0482                            | 0.0032     | 106.6  | 6.6        | 105.6  | 1.8        | 339   | 69         | 7.0          |
| 180828-6-36                        | 0.32 | 0.112                            | 0.003      | 0.0167                           | 0.0003     | 0.0481                            | 0.0009     | 108.1  | 2.4        | 107  | 1.7        | 120   | 21         | 2.8          |
| 180828-6-34                        | 0.74 | 0.111                            | 0.007      | 0.0168                           | 0.0003     | 0.0470                            | 0.0029     | 106.7  | 5.9        | 107.3  | 1.6        | 364   | 66         | 6.5          |
| 180828-6-93                        | 0.26 | 0.113                            | 0.006      | 0.0168                           | 0.0003     | 0.0492                            | 0.0026     | 108.7  | 5.6        | 107.3  | 1.8        | 265   | 51         | 5.6          |
| 180828-6-65                        | 0.71 | 0.117                            | 0.006      | 0.0170                           | 0.0003     | 0.0498                            | 0.0027     | 112  | 5.4        | 108.5  | 1.9        | 250   | 62         | 3.5          |
| 180828-6-4                         | 0.63 | 0.116                            | 0.010      | 0.0173                           | 0.0006     | 0.0487                            | 0.0039     | 110.9  | 9.1        | 110.7  | 3.5        | 500   | 290        | 11.2         |
| 180828-6-86                        | 0.58 | 0.124                            | 0.014      | 0.0174                           | 0.0005     | 0.0522                            | 0.0060     | 119  | 13         | 110.9  | 3.3        | 310   | 100        | 7.4          |
| 180828-6-74                        | 0.69 | 0.115                            | 0.003      | 0.0174                           | 0.0002     | 0.0477                            | 0.0013     | 110.4  | 3.1        | 111.5  | 1.4        | 152   | 24         | 3.1          |
| 180828-6-63                        | 0.56 | 0.116                            | 0.003      | 0.0175                           | 0.0003     | 0.0476                            | 0.0009     | 111.7  | 2.5        | 111.9  | 1.6        | 128   | 27         | 3.5          |
| 180828-6-70                        | 0.44 | 0.169                            | 0.003      | 0.0248                           | 0.0003     | 0.0491                            | 0.0009     | 158.1  | 3          | 157.7  | 1.6        | 165   | 20         | 2.7          |
| 180828-6-77                        | 0.37 | 0.168                            | 0.003      | 0.0248                           | 0.0003     | 0.0496                            | 0.0010     | 157.6  | 2.7        | 157.7  | 1.6        | 168   | 21         | 2.7          |
| 180828-6-72                        | 0.41 | 0.173                            | 0.004      | 0.0254                           | 0.0005     | 0.0494                            | 0.0010     | 161.6  | 3.2        | 161.7  | 2.9        | 172   | 20         | 3.7          |
| 180828-6-9                         | 0.43 | 0.174                            | 0.004      | 0.0257                           | 0.0002     | 0.0493                            | 0.0010     | 162.7  | 3.5        | 163.5  | 1.4        | 175   | 25         | 2.5          |
| 180828-6-58                        | 0.32 | 0.191                            | 0.005      | 0.0257                           | 0.0004     | 0.0530                            | 0.0011     | 177.7  | 4.3        | 163.6  | 2.4        | 341   | 26         | -4.5         |
| 180828-6-29                        | 0.78 | 0.177                            | 0.006      | 0.0258                           | 0.0003     | 0.0503                            | 0.0017     | 166.6  | 5.1        | 164.2  | 2.1        | 310   | 40         | 2.9          |
| 180828-6-13                        | 0.60 | 0.178                            | 0.003      | 0.0261                           | 0.0002     | 0.0498                            | 0.0007     | 166.4  | 2.6        | 166  | 1.2        | 183   | 18         | 2.0          |
| 180828-6-90                        | 1.11 | 0.176                            | 0.005      | 0.0261                           | 0.0002     | 0.0492                            | 0.0013     | 164.7  | 4.2        | 166  | 1.4        | 214   | 37         | 2.6          |
| 180828-6-51                        | 0.23 | 0.176                            | 0.005      | 0.0262                           | 0.0005     | 0.0492                            | 0.0013     | 164.5  | 4.4        | 166.9  | 3.1        | 148   | 17         | 3.1          |
| 180828-6-25                        | 0.81 | 0.180                            | 0.005      | 0.0263                           | 0.0003     | 0.0506                            | 0.0010     | 168.9  | 3.8        | 167  | 2.1        | 209   | 27         | 2.4          |
| 180828-6-20                        | 0.04 | 0.178                            | 0.006      | 0.0263                           | 0.0003     | 0.0500                            | 0.0015     | 166  | 4.9        | 167.1  | 1.8        | 193   | 27         | 3.4          |
| 180828-6-81                        | 0.10 | 0.180                            | 0.004      | 0.0263                           | 0.0002     | 0.0496                            | 0.0009     | 167.7  | 3          | 167.1  | 1.3        | 201   | 23         | 2.2          |
| 180828-6-52                        | 0.59 | 0.179                            | 0.004      | 0.0263                           | 0.0003     | 0.0496                            | 0.0011     | 167.4  | 3.4        | 167.2  | 2          | 171   | 27         | 3.1          |
| 180828-6-21                        | 0.89 | 0.180                            | 0.008      | 0.0264                           | 0.0004     | 0.0502                            | 0.0019     | 168  | 6.9        | 167.9  | 2.5        | 215   | 43         | 5.5          |
| 180828-6-24                        | 0.14 | 0.182                            | 0.003      | 0.0264                           | 0.0003     | 0.0503                            | 0.0008     | 169.4  | 2.6        | 167.9  | 1.6        | 218   | 18         | 1.6          |
| 180828-6-75                        | 1.11 | 0.179                            | 0.009      | 0.0264                           | 0.0004     | 0.0509                            | 0.0023     | 166.7  | 7.4        | 167.9  | 2.3        | 244   | 39         | 5.1          |
| 180828-6-98                        | 0.54 | 0.181                            | 0.003      | 0.0264                           | 0.0004     | 0.0498                            | 0.0009     | 169.2  | 2.5        | 167.9  | 2.6        | 196   | 28         | 2.3          |
| 180828-6-2                         | 0.34 | 0.178                            | 0.004      | 0.0264                           | 0.0003     | 0.0492                            | 0.0007     | 167  | 3.5        | 168.2  | 2          | 184   | 22         | 2.6          |
| 180828-6-76                        | 0.36 | 0.180                            | 0.003      | 0.0264                           | 0.0002     | 0.0502                            | 0.0007     | 168.3  | 2.4        | 168.2  | 1.1        | 205   | 18         | 2.0          |

Table 3. continued.

| Sample Name  | Th/U  | <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U | 2σ    | <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U | 2σ     | <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb | 2σ     | <sup>235</sup> U/ <sup>207</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | <sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | Disc. (%) |
|--------------|-------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|--|-----|--|-----|---|-----|-----------|
| 180828-6-6   | 0.84  | 0.180                               | 0.013 | 0.0265                              | 0.0006 | 0.0508                               | 0.0030 | 172  | 12  | 168.3  | 3.8 | 315   | 56  | 7.2       |
| 180828-6-61  | 0.16  | 0.181                               | 0.005 | 0.0265                              | 0.0004 | 0.0506                               | 0.0013 | 169.2  | 4.4 | 168.4  | 2.5 | 215   | 28  | 3.6       |
| 180828-6-1   | 0.22  | 0.179                               | 0.006 | 0.0265                              | 0.0004 | 0.0497                               | 0.0015 | 167.2  | 5.4 | 168.6  | 2.3 | 213   | 45  | 3.8       |
| 180828-6-73  | 0.58  | 0.182                               | 0.009 | 0.0265                              | 0.0005 | 0.0511                               | 0.0028 | 170.4  | 8   | 168.7  | 3   | 365   | 49  | 5.5       |
| 180828-6-99  | 0.46  | 0.185                               | 0.005 | 0.0265                              | 0.0005 | 0.0505                               | 0.0013 | 172.5  | 4.7 | 168.7  | 3.1 | 191   | 36  | 2.4       |
| 180828-6-69  | 0.83  | 0.177                               | 0.007 | 0.0265                              | 0.0004 | 0.0487                               | 0.0020 | 167  | 6.4 | 168.8  | 2.6 | 305   | 48  | 4.3       |
| 180828-6-55  | 1.20  | 0.183                               | 0.009 | 0.0266                              | 0.0003 | 0.0501                               | 0.0023 | 170.2  | 7.5 | 169  | 2.1 | 288   | 42  | 5.0       |
| 180828-6-88  | 1.28  | 0.179                               | 0.006 | 0.0266                              | 0.0003 | 0.0491                               | 0.0014 | 167.4  | 5   | 169  | 2.1 | 182   | 37  | 3.3       |
| 180828-6-10  | 0.09  | 0.182                               | 0.003 | 0.0266                              | 0.0003 | 0.0501                               | 0.0009 | 169.4  | 2.9 | 169.1  | 1.9 | 189   | 21  | 2.7       |
| 180828-6-87  | 0.19  | 0.183                               | 0.004 | 0.0266                              | 0.0004 | 0.0491                               | 0.0008 | 170.3  | 3.5 | 169.1  | 2.4 | 163   | 19  | 2.8       |
| 180828-6-35  | 0.90  | 0.184                               | 0.004 | 0.0266                              | 0.0003 | 0.0499                               | 0.0011 | 171.4  | 3.6 | 169.2  | 1.8 | 201   | 28  | 1.9       |
| 180828-6-71  | 0.17  | 0.181                               | 0.007 | 0.0267                              | 0.0005 | 0.0487                               | 0.0014 | 168.8  | 6   | 169.6  | 2.8 | 162   | 30  | 4.7       |
| 180828-6-48  | 0.21  | 0.185                               | 0.006 | 0.0267                              | 0.0004 | 0.0517                               | 0.0018 | 172.2  | 5.4 | 169.9  | 2.6 | 283   | 29  | 3.4       |
| 180828-6-41  | 1.31  | 0.177                               | 0.011 | 0.0267                              | 0.0005 | 0.0498                               | 0.0030 | 165.4  | 9.3 | 170  | 3   | 224   | 50  | 4.7       |
| 180828-6-62  | 0.90  | 0.191                               | 0.016 | 0.0268                              | 0.0006 | 0.0508                               | 0.0038 | 176  | 13  | 170.3  | 3.6 | 389   | 72  | 6.4       |
| 180828-6-94  | 0.97  | 0.186                               | 0.010 | 0.0268                              | 0.0005 | 0.0504                               | 0.0024 | 173.9  | 8.7 | 170.3  | 3.2 | 279   | 53  | 4.9       |
| 180828-6-8   | 0.33  | 0.182                               | 0.004 | 0.0268                              | 0.0003 | 0.0496                               | 0.0009 | 169.2  | 3.4 | 170.6  | 1.8 | 189   | 18  | 2.2       |
| 180828-6-85  | 0.36  | 0.184                               | 0.006 | 0.0269                              | 0.0006 | 0.0492                               | 0.0013 | 172.6  | 5.3 | 170.8  | 3.5 | 179   | 21  | 4.1       |
| 180828-6-49  | 0.37  | 0.182                               | 0.003 | 0.0269                              | 0.0003 | 0.0497                               | 0.0008 | 169.8  | 2.7 | 171.3  | 1.6 | 182   | 25  | 1.6       |
| 180828-6-97  | 0.83  | 0.204                               | 0.016 | 0.0277                              | 0.0008 | 0.0535                               | 0.0043 | 187  | 14  | 176.3  | 4.7 | 438   | 76  | 4.5       |
| 180828-6-37  | 0.39  | 0.195                               | 0.004 | 0.0281                              | 0.0002 | 0.0499                               | 0.0009 | 180.9  | 3.1 | 178.3  | 1.5 | 215   | 23  | 1.1       |
| 180828-6-33  | 0.03  | 0.196                               | 0.004 | 0.0283                              | 0.0003 | 0.0500                               | 0.0008 | 181.9  | 3.3 | 179.6  | 1.6 | 209   | 18  | 1.4       |
| 180828-6-3   | 0.91  | 0.207                               | 0.014 | 0.0291                              | 0.0009 | 0.0495                               | 0.0030 | 190  | 11  | 184.9  | 5.8 | 333   | 72  | 6.3       |
| 180828-6-44  | 0.87  | 0.530                               | 0.044 | 0.0330                              | 0.0006 | 0.1173                               | 0.0088 | 423  | 30  | 209.3  | 3.7 | 1870  | 160 | -86.0     |
| 180828-6-39  | 0.50  | 0.245                               | 0.004 | 0.0349                              | 0.0003 | 0.0507                               | 0.0006 | 222.6  | 3.1 | 221.2  | 1.9 | 218   | 14  | 1.6       |
| 180828-6-79  | 0.57  | 0.243                               | 0.007 | 0.0356                              | 0.0005 | 0.0499                               | 0.0014 | 221  | 5.6 | 225.2  | 3   | 216   | 32  | 2.0       |
| 180828-6-45  | 0.32  | 0.270                               | 0.008 | 0.0382                              | 0.0005 | 0.0512                               | 0.0015 | 242.3  | 6.4 | 241.7  | 3.3 | 278   | 38  | 3.8       |
| 180828-6-30  | 0.01  | 0.274                               | 0.006 | 0.0383                              | 0.0014 | 0.0533                               | 0.0013 | 246.2  | 5.1 | 242.6  | 8.5 | 362   | 24  | 4.1       |
| 180828-6-38  | 0.46  | 0.450                               | 0.013 | 0.0595                              | 0.0009 | 0.0543                               | 0.0012 | 376.8  | 8.9 | 372.6  | 5.2 | 399   | 26  | 2.7       |
| 180828-6-56  | 0.31  | 0.525                               | 0.008 | 0.0685                              | 0.0005 | 0.0560                               | 0.0006 | 427.8  | 5   | 426.8  | 3.2 | 464   | 11  | 1.7       |
| 180828-6-67  | 0.24  | 0.724                               | 0.010 | 0.0893                              | 0.0007 | 0.0586                               | 0.0006 | 552.7  | 5.7 | 551.6  | 4.3 | 556.8   | 8.6 | 1.6       |
| 180828-6-40  | -0.01 | 1.679                               | 0.020 | 0.1105                              | 0.0010 | 0.1102                               | 0.0008 | 1001   | 7.6 | 675.8  | 5.6 | 1802.2  | 9.2 | -46.2     |
| 180828-6-22  | 0.04  | 2.154                               | 0.027 | 0.1432                              | 0.0017 | 0.1095                               | 0.0007 | 1165.7                                       | 8.9 | 862.6  | 9.5 | 1790.9  | 6.5 | -33.0     |
| 180828-6-23  | 0.03  | 2.382                               | 0.042 | 0.1592                              | 0.0022 | 0.1082                               | 0.0011 | 1236   | 12  | 952  | 12  | 1771  | 10  | -27.3     |
| 180828-6-83  | 0.05  | 2.373                               | 0.041 | 0.1663                              | 0.0017 | 0.1025                               | 0.0011 | 1234   | 12  | 991.6  | 9.3 | 1673  | 8.4 | -22.3     |
| 180828-6-95  | 0.30  | 3.640                               | 0.110 | 0.2414                              | 0.0055 | 0.1139                               | 0.0038 | 1557   | 24  | 1394   | 28  | 1860  | 17  | -30.2     |
| 180828-6-92  | 0.09  | 3.733                               | 0.046 | 0.2469                              | 0.0027 | 0.1110                               | 0.0006 | 1579   | 10  | 1422   | 14  | 1818  | 4.7 | -26.5     |
| 180828-6-42  | 0.44  | 3.960                               | 0.140 | 0.2609                              | 0.0060 | 0.1113                               | 0.0018 | 1625   | 29  | 1494   | 31  | 1821  | 10  | -19.1     |
| 180828-6-100 | 0.47  | 4.202                               | 0.087 | 0.2638                              | 0.0046 | 0.1144                               | 0.0017 | 1675   | 17  | 1509   | 24  | 1872  | 13  | -21.6     |
| 180828-6-5   | 0.01  | 4.482                               | 0.056 | 0.2777                              | 0.0035 | 0.1166                               | 0.0006 | 1727   | 10  | 1580   | 18  | 1903.7  | 5.3 | -19.0     |
| 180828-6-57  | 0.38  | 4.329                               | 0.043 | 0.2801                              | 0.0020 | 0.1129                               | 0.0006 | 1698.6                                       | 8.1 | 1592   | 10  | 1846.1  | 4.2 | -15.1     |
| 180828-6-84  | 0.29  | 4.310                               | 0.100 | 0.2803                              | 0.0043 | 0.1110                               | 0.0016 | 1697   | 20  | 1593   | 22  | 1820  | 10  | -12.2     |
| 180828-6-14  | 0.51  | 4.420                               | 0.100 | 0.2893                              | 0.0044 | 0.1122                               | 0.0017 | 1715   | 20  | 1638   | 22  | 1839  | 14  | -10.1     |
| 180828-6-66  | 0.05  | 4.520                               | 0.220 | 0.2920                              | 0.0120 | 0.1147                               | 0.0028 | 1733   | 39  | 1649   | 59  | 1877  | 14  | -9.4      |
| 180828-6-11  | 0.00  | 4.610                               | 0.210 | 0.2920                              | 0.0110 | 0.1153                               | 0.0013 | 1748   | 37  | 1652   | 57  | 1889.4  | 7.9 | -10.4     |
| 180828-6-32  | 0.04  | 4.662                               | 0.097 | 0.2969                              | 0.0049 | 0.1130                               | 0.0012 | 1760   | 17  | 1676   | 24  | 1847.5  | 6.6 | -8.4      |

Table 3. continued.

| Sample Name                          | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | 2 $\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | 2 $\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|--------------------------------------|------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|--------------|
| 180828-6-89                          | 0.47 | 4.619                            | 0.052      | 0.2971                           | 0.0025     | 0.1128                            | 0.0007     | 1752.4                                       | 9.5        | 1677   | 13         | 1844.8  | 5.2        | -8.9         |
| 180828-6-91                          | 0.03 | 4.672                            | 0.056      | 0.2974                           | 0.0027     | 0.1153                            | 0.0006     | 1763   | 10         | 1678   | 13         | 1886.6  | 4.8        | -11.4        |
| 180828-6-54                          | 0.31 | 4.360                            | 0.130      | 0.2980                           | 0.0110     | 0.1102                            | 0.0020     | 1705   | 25         | 1680   | 54         | 1807  | 14         | -3.5         |
| 180828-6-26                          | 0.45 | 4.677                            | 0.091      | 0.2991                           | 0.0045     | 0.1155                            | 0.0014     | 1764   | 16         | 1686   | 22         | 1890.6  | 9          | -10.3        |
| 180828-6-18                          | 0.36 | 4.679                            | 0.094      | 0.3002                           | 0.0030     | 0.1133                            | 0.0022     | 1763   | 17         | 1692   | 15         | 1864  | 19         | -8.2         |
| 180828-6-68                          | 0.32 | 4.695                            | 0.089      | 0.3014                           | 0.0044     | 0.1114                            | 0.0011     | 1765   | 16         | 1698   | 22         | 1832.2  | 8          | -6.1         |
| 180828-6-59                          | 0.43 | 4.830                            | 0.130      | 0.3171                           | 0.0073     | 0.1131                            | 0.0021     | 1789   | 23         | 1775   | 36         | 1845  | 10         | -1.4         |
| 180828-6-43                          | 0.36 | 4.930                            | 0.110      | 0.3221                           | 0.0057     | 0.1126                            | 0.0013     | 1806   | 18         | 1800   | 28         | 1843  | 13         | -0.1         |
| 180828-6-19                          | 0.53 | 5.080                            | 0.200      | 0.3280                           | 0.0110     | 0.1142                            | 0.0020     | 1831   | 33         | 1828   | 54         | 1867  | 16         | 1.7          |
| 180828-6-15                          | 0.37 | 5.158                            | 0.085      | 0.3302                           | 0.0042     | 0.1135                            | 0.0008     | 1845   | 14         | 1839   | 20         | 1856.7  | 6.4        | 0.5          |
| 180828-6-12                          | 0.77 | 5.180                            | 0.130      | 0.3316                           | 0.0068     | 0.1132                            | 0.0015     | 1849   | 22         | 1846   | 33         | 1850  | 16         | 2.4          |
| 180828-6-31                          | 0.11 | 5.160                            | 0.100      | 0.3317                           | 0.0056     | 0.1150                            | 0.0010     | 1845   | 16         | 1846   | 27         | 1889.7  | 9          | -0.4         |
| 180828-6-96                          | 0.14 | 5.150                            | 0.160      | 0.3316                           | 0.0078     | 0.1136                            | 0.0015     | 1844   | 27         | 1846   | 38         | 1872  | 15         | 1.5          |
| 180828-6-82                          | 0.18 | 5.240                            | 0.110      | 0.3328                           | 0.0065     | 0.1140                            | 0.0009     | 1858   | 17         | 1852   | 31         | 1860  | 8.7        | 1.7          |
| 180828-6-17                          | 0.44 | 5.250                            | 0.110      | 0.3337                           | 0.0058     | 0.1145                            | 0.0012     | 1861   | 18         | 1856   | 28         | 1880.1  | 7.7        | 0.6          |
| 180828-6-28                          | 0.31 | 5.250                            | 0.120      | 0.3337                           | 0.0056     | 0.1144                            | 0.0013     | 1859   | 19         | 1856   | 27         | 1873.1  | 5          | 0.8          |
| 180828-6-16                          | 0.35 | 5.322                            | 0.097      | 0.3367                           | 0.0067     | 0.1153                            | 0.0013     | 1872   | 16         | 1870   | 32         | 1893  | 15         | 1.3          |
| 180828-6-64                          | 0.68 | 5.370                            | 0.310      | 0.3390                           | 0.0180     | 0.1146                            | 0.0023     | 1873   | 49         | 1877   | 85         | 1895  | 22         | 4.7          |
| 180828-6-47                          | 0.47 | 6.580                            | 0.120      | 0.3540                           | 0.0060     | 0.1410                            | 0.0018     | 2057   | 17         | 1954   | 29         | 2236  | 10         | -12.4        |
| 180828-6-7                           | 0.37 | 6.640                            | 0.310      | 0.3710                           | 0.0120     | 0.1298                            | 0.0036     | 2064   | 42         | 2036   | 59         | 2093  | 24         | 1.3          |
| 180828-6-27                          | 0.32 | 7.200                            | 0.150      | 0.3930                           | 0.0078     | 0.1360                            | 0.0014     | 2135   | 19         | 2136   | 36         | 2187  | 11         | -0.2         |
| 180828-6-46                          | 0.48 | 8.870                            | 0.380      | 0.4270                           | 0.0180     | 0.1558                            | 0.0024     | 2323   | 39         | 2292   | 81         | 2413.8  | 6.6        | -1.5         |
| 180828-6-80                          | 0.37 | 16.700                           | 0.350      | 0.5730                           | 0.0100     | 0.2156                            | 0.0016     | 2926   | 19         | 2919   | 42         | 2940.6  | 5.5        | 0.9          |
| <b>Chunsan Fm. (180828-3; n=100)</b> |      |                                  |            |                                  |            |                                   |            |  |            |  |            |   |            |              |
| 180828-3-67                          | 0.70 | 0.106                            | 0.006      | 0.0159                           | 0.0002     | 0.0473                            | 0.0028     | 102.2  | 5.8        | 101.7  | 1.1        | 292   | 74         | 6.3          |
| 180828-3-7                           | 0.77 | 0.105                            | 0.006      | 0.0160                           | 0.0002     | 0.0482                            | 0.0030     | 101  | 5.5        | 102.4  | 1.2        | 200   | 140        | 5.2          |
| 180828-3-48                          | 0.40 | 0.106                            | 0.003      | 0.0161                           | 0.0002     | 0.0480                            | 0.0012     | 102.3  | 2.7        | 102.75                                       | 0.96       | 109   | 31         | 3.1          |
| 180828-3-77                          | 0.56 | 0.108                            | 0.009      | 0.0161                           | 0.0003     | 0.0476                            | 0.0039     | 103.5  | 8.2        | 102.8  | 1.8        | 222   | 78         | 9.0          |
| 180828-3-19                          | 0.91 | 0.105                            | 0.005      | 0.0161                           | 0.0002     | 0.0469                            | 0.0023     | 101.3  | 4.8        | 102.9  | 1          | 249   | 43         | 4.1          |
| 180828-3-85                          | 0.46 | 0.108                            | 0.003      | 0.0163                           | 0.0003     | 0.0484                            | 0.0008     | 104.2  | 2.4        | 104.1  | 1.6        | 139   | 26         | 3.7          |
| 180828-3-2                           | 0.65 | 0.216                            | 0.006      | 0.0229                           | 0.0001     | 0.0606                            | 0.0016     | 198.2  | 4.6        | 146.13                                       | 0.83       | 593   | 58         | -31.9        |
| 180828-3-46                          | 0.55 | 0.177                            | 0.002      | 0.0258                           | 0.0001     | 0.0496                            | 0.0007     | 165.7  | 2.2        | 164.47                                       | 0.85       | 187   | 20         | 1.1          |
| 180828-3-43                          | 0.25 | 0.181                            | 0.006      | 0.0259                           | 0.0003     | 0.0500                            | 0.0019     | 168.9  | 5.4        | 165  | 1.7        | 238   | 42         | 1.9          |
| 180828-3-24                          | 0.27 | 0.274                            | 0.012      | 0.0260                           | 0.0004     | 0.0769                            | 0.0025     | 245.6  | 9.7        | 165.6  | 2.4        | 1121  | 40         | -41.0        |
| 180828-3-35                          | 0.49 | 0.178                            | 0.003      | 0.0261                           | 0.0003     | 0.0493                            | 0.0006     | 166  | 2.4        | 165.8  | 2.1        | 152   | 17         | 2.6          |
| 180828-3-69                          | 0.45 | 0.179                            | 0.003      | 0.0262                           | 0.0003     | 0.0500                            | 0.0005     | 167.1  | 2.2        | 166.9  | 1.7        | 189   | 16         | 2.2          |
| 180828-3-94                          | 0.29 | 0.178                            | 0.003      | 0.0262                           | 0.0003     | 0.0497                            | 0.0008     | 166.4  | 2.9        | 166.9  | 1.9        | 186   | 19         | 2.6          |
| 180828-3-96                          | 0.40 | 0.179                            | 0.003      | 0.0263                           | 0.0003     | 0.0500                            | 0.0008     | 166.9  | 2.3        | 167  | 2.1        | 198   | 24         | 2.6          |
| 180828-3-78                          | 0.51 | 0.178                            | 0.006      | 0.0263                           | 0.0002     | 0.0493                            | 0.0016     | 165.9  | 5.1        | 167  | 1.3        | 170   | 46         | 3.2          |
| 180828-3-45                          | 0.42 | 0.180                            | 0.003      | 0.0263                           | 0.0002     | 0.0492                            | 0.0007     | 168.1  | 2.6        | 167.1  | 1.4        | 166   | 20         | 1.8          |
| 180828-3-26                          | 0.47 | 0.178                            | 0.004      | 0.0263                           | 0.0002     | 0.0494                            | 0.0010     | 166  | 3.4        | 167.2  | 1.4        | 176   | 25         | 2.2          |
| 180828-3-42                          | 0.59 | 0.180                            | 0.002      | 0.0263                           | 0.0002     | 0.0494                            | 0.0005     | 167.8  | 2.1        | 167.3  | 1.1        | 176   | 14         | 1.6          |
| 180828-3-63                          | 0.11 | 0.181                            | 0.002      | 0.0263                           | 0.0002     | 0.0495                            | 0.0006     | 168.7  | 1.5        | 167.5  | 1.4        | 180.1   | 9.5        | 1.0          |
| 180828-3-53                          | 0.11 | 0.179                            | 0.002      | 0.0264                           | 0.0002     | 0.0495                            | 0.0005     | 167.3  | 1.5        | 167.7  | 1          | 175   | 13         | 1.3          |
| 180828-3-32                          | 0.46 | 0.183                            | 0.002      | 0.0266                           | 0.0002     | 0.0497                            | 0.0005     | 170.3  | 1.7        | 169.5  | 1.1        | 176   | 15         | 1.2          |

Table 3. continued.

| Sample Name  | Th/U  | <sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U | 2σ    | <sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U | 2σ     | <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb | 2σ     | <sup>235</sup> U/ <sup>207</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | <sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb age (Ma) | 2σ   | <sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb age (Ma) | 2σ  | Disc. (%) |
|--------------|-------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|--------|--------------------------------------|--------|--|-----|--|------|---|-----|-----------|
| 180828-3-33  | 1.59  | 0.178                               | 0.031 | 0.0268                              | 0.0005 | 0.0501                               | 0.0080 | 168  | 26  | 170.1  | 3    | 610   | 140 | 16.0      |
| 180828-3-40  | 0.39  | 0.182                               | 0.003 | 0.0268                              | 0.0002 | 0.0489                               | 0.0006 | 169.3  | 2.3 | 170.4  | 1.3  | 148   | 16  | 1.5       |
| 180828-3-30  | 0.38  | 0.183                               | 0.002 | 0.0268                              | 0.0002 | 0.0496                               | 0.0006 | 170.5  | 2   | 170.5  | 1.1  | 185   | 13  | 1.8       |
| 180828-3-21  | 0.36  | 0.184                               | 0.003 | 0.0269                              | 0.0003 | 0.0498                               | 0.0006 | 171.4  | 2.3 | 171.2  | 2.1  | 185   | 13  | 2.5       |
| 180828-3-91  | 0.53  | 0.185                               | 0.004 | 0.0270                              | 0.0004 | 0.0501                               | 0.0011 | 172.4  | 3.8 | 171.7  | 2.2  | 196   | 27  | 3.1       |
| 180828-3-68  | 0.75  | 0.178                               | 0.014 | 0.0270                              | 0.0003 | 0.0479                               | 0.0037 | 166  | 12  | 171.7  | 1.9  | 409   | 65  | 4.9       |
| 180828-3-14  | 0.40  | 0.183                               | 0.002 | 0.0270                              | 0.0002 | 0.0490                               | 0.0004 | 170.8  | 1.9 | 171.8  | 1.5  | 153.2   | 7.7 | 1.4       |
| 180828-3-72  | 0.53  | 0.186                               | 0.015 | 0.0270                              | 0.0004 | 0.0501                               | 0.0040 | 172  | 13  | 171.8  | 2.6  | 409   | 95  | 9.0       |
| 180828-3-84  | 0.47  | 0.184                               | 0.003 | 0.0270                              | 0.0003 | 0.0495                               | 0.0007 | 171.4  | 2.4 | 171.9  | 1.7  | 172   | 16  | 2.1       |
| 180828-3-9   | 0.38  | 0.184                               | 0.003 | 0.0270                              | 0.0003 | 0.0498                               | 0.0007 | 171.3  | 2.8 | 171.9  | 1.9  | 190   | 16  | 2.4       |
| 180828-3-50  | 0.37  | 0.185                               | 0.002 | 0.0271                              | 0.0002 | 0.0497                               | 0.0003 | 172.5  | 1.3 | 172.1  | 1    | 177.9   | 8.3 | 1.1       |
| 180828-3-66  | 0.78  | 0.184                               | 0.013 | 0.0271                              | 0.0003 | 0.0495                               | 0.0035 | 173  | 11  | 172.1  | 2.1  | 308   | 64  | 7.1       |
| 180828-3-22  | 0.66  | 0.185                               | 0.002 | 0.0271                              | 0.0002 | 0.0494                               | 0.0005 | 172  | 1.9 | 172.3  | 1.2  | 178   | 12  | 1.6       |
| 180828-3-31  | 0.35  | 0.188                               | 0.004 | 0.0271                              | 0.0002 | 0.0502                               | 0.0010 | 175.1  | 3.6 | 172.4  | 1.3  | 205   | 30  | 1.3       |
| 180828-3-71  | 0.28  | 0.187                               | 0.002 | 0.0271                              | 0.0003 | 0.0502                               | 0.0004 | 174.1  | 2.1 | 172.5  | 1.6  | 194   | 12  | 1.2       |
| 180828-3-92  | 0.77  | 0.186                               | 0.004 | 0.0271                              | 0.0002 | 0.0501                               | 0.0010 | 173.3  | 3.1 | 172.5  | 1.5  | 198   | 18  | 2.2       |
| 180828-3-10  | 0.45  | 0.184                               | 0.003 | 0.0272                              | 0.0002 | 0.0494                               | 0.0006 | 171.7  | 2.1 | 172.9  | 1.3  | 163   | 14  | 1.3       |
| 180828-3-80  | 0.54  | 0.184                               | 0.003 | 0.0272                              | 0.0003 | 0.0489                               | 0.0007 | 171.4  | 2.8 | 173  | 1.7  | 157   | 19  | 1.7       |
| 180828-3-18  | 0.38  | 0.185                               | 0.003 | 0.0272                              | 0.0003 | 0.0491                               | 0.0005 | 172.5  | 2.3 | 173.2  | 1.7  | 162   | 12  | 1.9       |
| 180828-3-98  | 0.63  | 0.190                               | 0.006 | 0.0272                              | 0.0004 | 0.0509                               | 0.0014 | 176.4  | 5.1 | 173.2  | 2.4  | 231   | 28  | 2.5       |
| 180828-3-15  | 0.18  | 0.187                               | 0.003 | 0.0273                              | 0.0002 | 0.0496                               | 0.0008 | 173.7  | 2.5 | 173.4  | 1    | 185   | 20  | 1.8       |
| 180828-3-20  | 0.15  | 0.187                               | 0.002 | 0.0273                              | 0.0002 | 0.0497                               | 0.0004 | 174  | 1.3 | 173.5  | 1.3  | 186.4   | 8.6 | 1.2       |
| 180828-3-100 | 0.44  | 0.186                               | 0.003 | 0.0275                              | 0.0002 | 0.0494                               | 0.0007 | 173.3  | 2.3 | 174.87                                       | 0.99 | 177   | 17  | 1.0       |
| 180828-3-79  | 0.67  | 0.179                               | 0.016 | 0.0275                              | 0.0004 | 0.0472                               | 0.0042 | 166  | 14  | 174.9  | 2.4  | 349   | 78  | 4.5       |
| 180828-3-38  | 0.11  | 0.187                               | 0.004 | 0.0276                              | 0.0003 | 0.0490                               | 0.0010 | 174.2  | 3.4 | 175.6  | 1.6  | 148   | 18  | 2.1       |
| 180828-3-62  | 0.55  | 0.258                               | 0.008 | 0.0332                              | 0.0005 | 0.0561                               | 0.0017 | 233  | 6.6 | 210.4  | 2.8  | 468   | 31  | -6.3      |
| 180828-3-76  | 1.03  | 0.248                               | 0.006 | 0.0355                              | 0.0003 | 0.0504                               | 0.0011 | 224.4  | 4.4 | 224.6  | 1.6  | 228   | 26  | 2.6       |
| 180828-3-99  | 0.61  | 0.250                               | 0.006 | 0.0355                              | 0.0003 | 0.0513                               | 0.0013 | 227.2  | 5.3 | 224.8  | 1.8  | 273   | 24  | 2.1       |
| 180828-3-83  | 0.79  | 0.250                               | 0.007 | 0.0355                              | 0.0003 | 0.0512                               | 0.0014 | 226.3  | 5.3 | 224.8  | 1.8  | 281   | 33  | 2.5       |
| 180828-3-88  | 0.01  | 0.257                               | 0.004 | 0.0367                              | 0.0003 | 0.0510                               | 0.0006 | 232.3  | 3.1 | 232.1  | 2    | 232   | 14  | 2.1       |
| 180828-3-56  | 0.55  | 0.259                               | 0.003 | 0.0369                              | 0.0002 | 0.0508                               | 0.0005 | 234.1  | 2.5 | 233.8  | 1.5  | 223   | 13  | 1.6       |
| 180828-3-52  | 0.05  | 0.260                               | 0.006 | 0.0371                              | 0.0002 | 0.0515                               | 0.0012 | 234.9  | 5.1 | 234.7  | 1.3  | 290   | 24  | 2.6       |
| 180828-3-57  | 0.64  | 3.044                               | 0.070 | 0.0493                              | 0.0006 | 0.4441                               | 0.0049 | 1416   | 18  | 310.1  | 3.7  | 4064  | 16  | -349.6    |
| 180828-3-6   | -0.40 | 0.420                               | 0.220 | 0.0543                              | 0.0028 | 0.0610                               | 0.0350 | 330  | 170 | 341  | 17   | 1110  | 670 | 53.3      |
| 180828-3-90  | 0.45  | 0.433                               | 0.008 | 0.0578                              | 0.0007 | 0.0548                               | 0.0009 | 365.1  | 5.5 | 362.2  | 4.4  | 424   | 20  | 1.9       |
| 180828-3-55  | 0.05  | 0.487                               | 0.002 | 0.0646                              | 0.0002 | 0.0548                               | 0.0002 | 402.8  | 1.5 | 403.6  | 1.4  | 407.3   | 3.9 | 0.5       |
| 180828-3-97  | 0.50  | 0.527                               | 0.008 | 0.0690                              | 0.0004 | 0.0556                               | 0.0007 | 429.2  | 5.3 | 430.3  | 2.6  | 420   | 16  | 1.6       |
| 180828-3-12  | 0.35  | 0.625                               | 0.026 | 0.0795                              | 0.0017 | 0.0592                               | 0.0035 | 493  | 17  | 493  | 10   | 582   | 36  | 5.5       |
| 180828-3-25  | 0.23  | 1.015                               | 0.008 | 0.0852                              | 0.0005 | 0.0872                               | 0.0005 | 711.1  | 4.1 | 527.1  | 3.1  | 1365.8  | 9.6 | -33.5     |
| 180828-3-1   | 0.52  | 1.060                               | 0.007 | 0.1058                              | 0.0005 | 0.0644                               | 0.0003 | 733.5  | 3.3 | 648.5  | 2.7  | 747.4   | 5.8 | -12.2     |
| 180828-3-36  | 0.74  | 1.061                               | 0.056 | 0.1202                              | 0.0030 | 0.0620                               | 0.0028 | 731  | 27  | 733  | 17   | 698   | 58  | 5.7       |
| 180828-3-47  | 0.63  | 1.104                               | 0.039 | 0.1232                              | 0.0028 | 0.0656                               | 0.0023 | 755  | 19  | 749  | 16   | 838   | 49  | 3.9       |
| 180828-3-93  | 0.61  | 1.205                               | 0.029 | 0.1310                              | 0.0020 | 0.0670                               | 0.0012 | 806  | 12  | 793  | 11   | 849   | 30  | 1.3       |
| 180828-3-28  | 1.01  | 1.254                               | 0.011 | 0.1368                              | 0.0008 | 0.0668                               | 0.0005 | 825.2  | 4.8 | 826.4  | 4.4  | 825   | 12  | 1.0       |
| 180828-3-11  | 0.80  | 1.330                               | 0.026 | 0.1426                              | 0.0015 | 0.0681                               | 0.0011 | 857  | 11  | 859.3  | 8.5  | 861   | 19  | 2.0       |
| 180828-3-65  | 0.87  | 1.388                               | 0.017 | 0.1460                              | 0.0011 | 0.0688                               | 0.0007 | 883.2  | 7.1 | 878.5  | 5.9  | 888   | 17  | 0.9       |

Table 3. continued.

| Sample Name | Th/U | $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ | $2\sigma$ | $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ | $2\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ | $2\sigma$ | $^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$<br>age (Ma) | $2\sigma$ | Disc.<br>(%) |
|-------------|------|----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|--|-----------|--|-----------|---|-----------|--------------|
| 180828-3-61 | 0.07 | 1.422                            | 0.047     | 0.1490                           | 0.0041    | 0.0684                            | 0.0005    | 898  | 20        | 895  | 23        | 881.7   | 8.9       | 4.5          |
| 180828-3-59 | 0.34 | 2.316                            | 0.019     | 0.1580                           | 0.0012    | 0.1052                            | 0.0005    | 1218   | 5.8       | 945.4  | 6.4       | 1723.6  | 5.1       | -27.5        |
| 180828-3-54 | 1.32 | 1.545                            | 0.019     | 0.1588                           | 0.0013    | 0.0711                            | 0.0007    | 949.3  | 8         | 950.2  | 7.2       | 964   | 12        | 1.5          |
| 180828-3-3  | 0.03 | 3.086                            | 0.055     | 0.1764                           | 0.0029    | 0.1123                            | 0.0009    | 1429   | 14        | 1047   | 16        | 1832.8  | 5.5       | -73.0        |
| 180828-3-17 | 0.57 | 2.174                            | 0.034     | 0.1991                           | 0.0024    | 0.0793                            | 0.0008    | 1173   | 11        | 1170   | 13        | 1182.9  | 9         | 0.8          |
| 180828-3-41 | 0.02 | 3.929                            | 0.029     | 0.2512                           | 0.0016    | 0.1124                            | 0.0003    | 1619.1                                       | 6         | 1444.3                                       | 8.5       | 1838.6  | 2.5       | -26.5        |
| 180828-3-16 | 0.01 | 4.017                            | 0.033     | 0.2605                           | 0.0020    | 0.1119                            | 0.0002    | 1636.9                                       | 6.8       | 1492   | 10        | 1831.5  | 2.8       | -21.9        |
| 180828-3-64 | 0.07 | 4.150                            | 0.058     | 0.2669                           | 0.0036    | 0.1122                            | 0.0006    | 1666   | 12        | 1525   | 19        | 1834.9  | 7.4       | -18.6        |
| 180828-3-13 | 0.13 | 4.069                            | 0.036     | 0.2708                           | 0.0018    | 0.1096                            | 0.0003    | 1648.2                                       | 7.2       | 1544.7                                       | 9.2       | 1792.9  | 4.1       | -15.2        |
| 180828-3-51 | 0.10 | 4.367                            | 0.031     | 0.2753                           | 0.0019    | 0.1162                            | 0.0003    | 1705.9                                       | 5.8       | 1567.4                                       | 9.6       | 1899  | 2.7       | -20.4        |
| 180828-3-5  | 0.32 | 4.835                            | 0.049     | 0.2756                           | 0.0027    | 0.1134                            | 0.0004    | 1790.5                                       | 8.5       | 1569   | 14        | 1852.4  | 3.7       | -16.9        |
| 180828-3-29 | 0.76 | 3.709                            | 0.049     | 0.2775                           | 0.0031    | 0.0976                            | 0.0005    | 1573   | 10        | 1579   | 16        | 1577.5  | 3.9       | 1.2          |
| 180828-3-4  | 0.53 | 4.972                            | 0.099     | 0.2812                           | 0.0047    | 0.1138                            | 0.0008    | 1814   | 17        | 1597   | 24        | 1860  | 4.6       | -14.7        |
| 180828-3-87 | 0.15 | 4.472                            | 0.028     | 0.2870                           | 0.0018    | 0.1131                            | 0.0003    | 1726   | 5.2       | 1626.3                                       | 8.8       | 1849.5  | 2.3       | -13.0        |
| 180828-3-86 | 0.97 | 4.270                            | 0.060     | 0.2967                           | 0.0040    | 0.1039                            | 0.0009    | 1686   | 11        | 1674   | 20        | 1694  | 10        | 0.6          |
| 180828-3-60 | 0.53 | 4.853                            | 0.028     | 0.3084                           | 0.0017    | 0.1128                            | 0.0003    | 1794.3                                       | 4.9       | 1732.4                                       | 8.3       | 1846  | 2.4       | -5.9         |
| 180828-3-89 | 0.61 | 5.040                            | 0.120     | 0.3241                           | 0.0053    | 0.1133                            | 0.0014    | 1825   | 20        | 1809   | 26        | 1852.7  | 8.8       | -0.5         |
| 180828-3-74 | 0.22 | 5.064                            | 0.062     | 0.3246                           | 0.0038    | 0.1132                            | 0.0010    | 1830   | 10        | 1812   | 18        | 1854.6  | 8.4       | -0.9         |
| 180828-3-75 | 0.35 | 5.124                            | 0.064     | 0.3293                           | 0.0039    | 0.1135                            | 0.0005    | 1840   | 11        | 1835   | 19        | 1856.7  | 3.7       | 0.1          |
| 180828-3-23 | 0.51 | 5.170                            | 0.099     | 0.3310                           | 0.0051    | 0.1144                            | 0.0010    | 1847   | 16        | 1843   | 25        | 1872.3  | 8         | 0.2          |
| 180828-3-95 | 0.03 | 5.177                            | 0.051     | 0.3319                           | 0.0032    | 0.1142                            | 0.0003    | 1848.2                                       | 8.4       | 1849   | 15        | 1867.1  | 3.2       | 0.0          |
| 180828-3-58 | 0.24 | 5.296                            | 0.037     | 0.3349                           | 0.0024    | 0.1135                            | 0.0003    | 1868   | 6         | 1862   | 12        | 1857.3  | 3.5       | 0.6          |
| 180828-3-49 | 0.04 | 5.272                            | 0.033     | 0.3355                           | 0.0019    | 0.1144                            | 0.0003    | 1864   | 5.4       | 1864.9                                       | 9.1       | 1870.2  | 2.5       | 0.3          |
| 180828-3-44 | 0.12 | 5.333                            | 0.040     | 0.3369                           | 0.0031    | 0.1138                            | 0.0004    | 1874   | 6.4       | 1872   | 15        | 1860.7  | 3.7       | 0.4          |
| 180828-3-37 | 0.32 | 5.300                            | 0.130     | 0.3363                           | 0.0073    | 0.1136                            | 0.0009    | 1868   | 20        | 1877   | 33        | 1860.4  | 6.2       | 1.2          |
| 180828-3-39 | 0.24 | 5.435                            | 0.056     | 0.3409                           | 0.0033    | 0.1149                            | 0.0004    | 1889.7                                       | 8.8       | 1891   | 16        | 1879.5  | 3.5       | 0.4          |
| 180828-3-27 | 0.10 | 5.643                            | 0.037     | 0.3476                           | 0.0019    | 0.1183                            | 0.0004    | 1923.1                                       | 5.8       | 1923.1                                       | 9         | 1931.2  | 3.8       | 0.2          |
| 180828-3-34 | 0.06 | 6.810                            | 0.150     | 0.3503                           | 0.0045    | 0.1399                            | 0.0013    | 2085   | 19        | 1935   | 22        | 2228  | 16        | -13.2        |
| 180828-3-73 | 0.21 | 6.310                            | 0.074     | 0.3655                           | 0.0039    | 0.1252                            | 0.0004    | 2019   | 10        | 2008   | 19        | 2031.1  | 3.7       | 0.0          |
| 180828-3-70 | 1.04 | 7.320                            | 0.140     | 0.3895                           | 0.0086    | 0.1363                            | 0.0020    | 2151   | 17        | 2120   | 40        | 2178  | 15        | -0.1         |
| 180828-3-81 | 0.42 | 8.189                            | 0.089     | 0.4192                           | 0.0040    | 0.1417                            | 0.0004    | 2251.2                                       | 9.8       | 2256   | 18        | 2248.1  | 3.7       | 0.6          |
| 180828-3-8  | 0.36 | 8.811                            | 0.084     | 0.4327                           | 0.0032    | 0.1497                            | 0.0007    | 2320.2                                       | 9         | 2318   | 14        | 2344  | 3.2       | -0.4         |
| 180828-3-82 | 0.48 | 10.390                           | 0.160     | 0.4666                           | 0.0060    | 0.1594                            | 0.0010    | 2470   | 14        | 2468   | 26        | 2452.7  | 8.1       | 0.8          |

어진 반면, 중기 류라기 저어콘이 29%와 41%로 많아졌다. 이외에도 사곡층은 후기 트라이아스기 저어콘이 약 20% 비중을 차지하고 있다. 한편, 서로 멀리 떨어져 있지 않은 두 시료(180828-5, 6; 그림 1)의 저어콘 연대분포에서 저어콘 연대분포가 서로 다른데, 상대적으로 하부인 180828-5 시료는 하부층인 점곡층보다도 후기 트라이아스기 저어콘이 많다. 반면, 상대적으로 상부인 180828-6 시료는 상부층인 춘산층처럼 중기 류라기 저어콘이 가장 많고 전기 백악기 저어콘도 180828-5 보다 많은 13%를 차지한다. 이

와 같은 차이는 사곡층이 퇴적되는 동안에 기원지 구역의 변화가 있었음을 의미한다.

의성소분지의 경계부에 있는 밀양소분지의 함안층과 반야월층의 시료는 서로 유사하지 않다. 함안층 시료는 의성소분지의 사곡층 시료와 유사한 쇄설성 저어콘 연대 분포를 보인다. 사곡층과 마찬가지로 중기 류라기와 고원생대-시생대 저어콘이 모두 22%로 유사한 비중을 보인다. 함안층 시료에서 가장 많이 나타나는 저어콘은 후기 트라이아스기 저어콘으로 전체 저어콘의 31%를 차지하고 있다. 반면

반야월층 시료에서는 고원생대-시생대 저어콘과 백악기 저어콘이 각각 39%와 38%로 유사한 비율로 함유되어 있다. 백악기 저어콘 중에서는 전기 백악기 저어콘이 26%로 후기 백악기 저어콘 보다 약 2배 많다.

## 5. 토의

### 5.1 최대퇴적시기

각 시료에서 산출하는 쇄설성 저어콘 입자 중 가

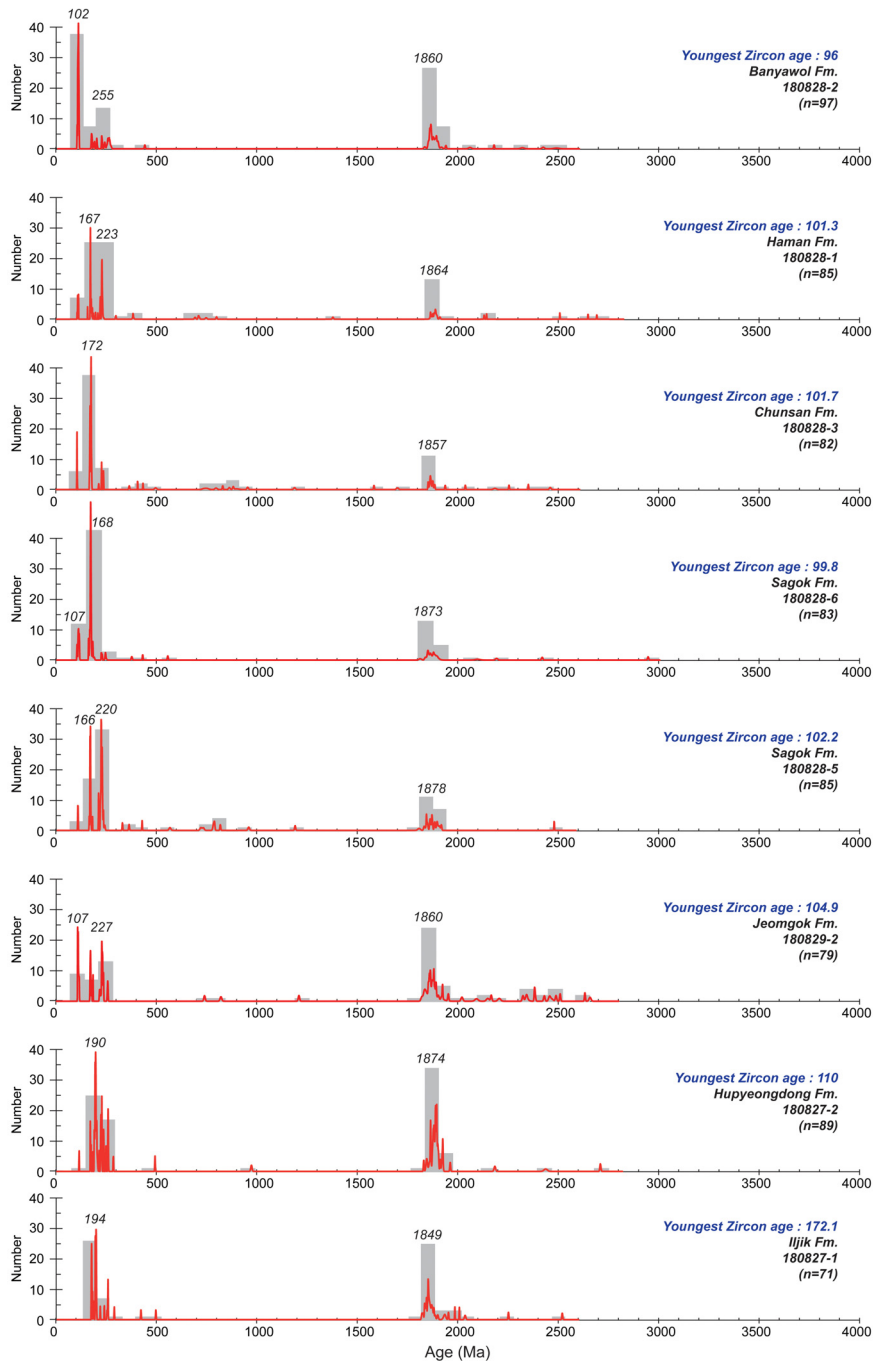


Fig. 2. Probability-density plots of the Hayang Group sandstones in the Euseong subbasin.

장 젊은 저어콘 입자의 생성 시기를 통해 각 퇴적층의 최대퇴적시기를 추정할 수 있다(Dickinson and Gehrels, 2009). 하양층군의 하부층인 신동층군 진주층의 최대퇴적시기가 약 106 Ma (Lee *et al.*, 2010)라는 점과 하부층의 최대퇴적시기 보다 오래된 최대퇴적시기는 큰 의미 없다는 점을 고려하면, 이 연구에서 분석한 각 사암 시료에서 의미 있는 최대 퇴적시기를 알 수 있는 시료는 점곡층(180829-2; 104.9 Ma), 사곡층(180828-6; 99.8 Ma), 반야월층(180828-2; 96 Ma)이다. 이 최대퇴적시기는 하양층군의 퇴적시기에 대한 기존 연구(Choi, 1985, 1987; Seo, 1985)에서 지시하는 하양층군의 퇴적시기인 Aptian-Albian과 잘 일치한다. 안타깝게도 일직층에서 백악기에 생성된 저어콘이 발견되지 않았기 때문에, 의성소분지가 열린 시기에 대해서는 제한하기 어렵게 되었다.

점곡층의 최대퇴적시기인 105 Ma는 기존 연구(Lee *et al.*, 2018)에서 제시한 밀양소분지 함안층의 최대퇴적시기인 106 Ma와 유사하며, 함안층을 점곡층과 사곡층에 대비하는 기존 연구(Choi, 1986)와도 잘 일치하는 결과이다. 단, 퇴적층의 최대퇴적시기는 그 퇴적층이 퇴적되었을 가능성이 있는 가장 오래된 시기를 뜻하는 것이기 때문에 이 결과 자체가 두 층이 같은 시기에 퇴적되었다는 증거가 되지는 않는다.

사곡층의 최대퇴적시기인 100 Ma와 반야월층의 최대퇴적시기인 96 Ma는 구산동응회암의 분출시기와 비교해 볼 수 있다. 구산동응회암은 사곡층의 상부이자 춘산층 및 반야월층과 대비되는 진동층의 하부에 놓이며(Chang, 1977, 1988; Choi, 1986), 약 97 Ma에 분출한 것으로 알려져 있다(Jwa *et al.*, 2009). 또한 구산동응회암의 분출 시기는 다른 기존 연구들에 의해 약 114 Ma (Chang *et al.*, 1998) 또는 103 Ma (Kim *et al.*, 2013)로 제안되기도 하였는데, 이 연구 결과는 구산동응회암이 97 Ma에 분출한 경우와 모순되지 않으며, 이때 사곡층의 퇴적시기는 약 100~97 Ma라고 제한할 수 있게 된다.

## 5.2 의성소분지의 기원지 변화와 지구조적 의의

이 연구에서 분석한 의성소분지와 밀양소분지 사암에 함유된 저어콘의 생성 시기는 주로 고원생대-시생대, 쥐라기, 백악기, 트라이아스기이며, 비교적 소규모로 고생대, 신원생대, 중원생대 또한 존재한다. 고원생대-시생대 기반암과 쥐라기, 백악기, 트라

리아스기에 생성된 화성암은 영남육괴에서 흔히 볼 수 있으며(KIGAM, 1995; Choi *et al.*, 2016), 고생대, 신원생대, 중원생대에 생성된 화성암은 영남육괴에는 흔하지 않으나, 옥천대의 (변성)퇴적암 내에 존재하는 것이 알려져 있다(Park *et al.*, 2011; Cho *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2016; Jang *et al.*, 2018). 이 시기의 저어콘 입자들이 비교적 적게 존재하는 점으로 보아, 옥천대의 변성퇴적암이나 그에 대비되는 암석은 비교적 소규모로 유희되어 의성소분지에 유입되었을 것으로 생각된다.

이 연구에서 분석한 의성소분지 하양층군 쇄설성 저어콘 입자 중의 대부분을 차지하는 고원생대-시생대, 쥐라기, 백악기, 트라이아스기 저어콘의 비중은 상술한 바와 같이 층서에 따라 변화한다. 전반적으로는 층서 상 상부로 가면서 전기 쥐라기 저어콘이 감소하고 중기 쥐라기 저어콘의 비중이 증가하며, 고원생대-시생대 저어콘의 비중은 감소하는 경향을 보인다(표 4). 그리고 후평동층, 점곡층, 사곡층이 퇴적되는 동안 후기 트라이아스기 저어콘의 공급이 증가했다가 감소하는데, 사곡층 시료 중 180828-5에서 후기 트라이아스기 저어콘의 비중이 가장 높다. 쥐라기 화강암은 영남육괴를 비롯한 한반도에 널리 분포하며, 하양층군의 북부 경계부에 전기 쥐라기 화강암이, 그보다 북쪽에 중기 쥐라기 화강암이 분포한다(Kee *et al.*, 2010). 따라서 상부로 갈수록 중기 쥐라기의 저어콘이 증가하는 것은 의성소분지의 배수유역이 확장되면서 중기 쥐라기 화강암으로부터의 퇴적물 공급이 증가하는 것으로 해석할 수 있다.

후기 트라이아스기 저어콘은 이를 공급할 수 있는 후기 트라이아스기 화강암이 경상분지 서쪽 영남육괴에 분포(Kim *et al.*, 2011 and references therein)하고 있기 때문에 후기 트라이아스기 저어콘이 영남육괴 서부로부터 공급되었을 가능성이 있다. 그러나, 의성소분지의 고수류 측정 결과(Chough and Sohn, 2010 and references therein)에 따르면, 하양층군 퇴적물은 초기에는 기원지인 영남육괴로부터 남쪽 또는 남동쪽으로 공급되지만 후기에는 북동쪽으로부터 공급되는 것으로 나타난다. 따라서 의성소분지의 북동쪽에 트라이아스기 저어콘을 공급할 수 있는 암석을 찾아보면, 현재 지표에 노출된 암체 중 가장 큰 영덕화강암이 있으며, 영덕화강암은 하양층군의 퇴적 당시 고지대를 형성하고 의성소분지의 북부인



**Table 4.** Summary for detrital zircon age distribution (discordance < 15%) of the Hayang Group in the Euisong and northern Milyang subbasins.

| Age                                 | Iljik Fm. (180827-1) |     | Hupyeongdong Fm. (180827-2) |     | Jeomgok Fm. (180829-2) |     | Sagok Fm. (180828-5) |     | Sagok Fm. (180828-6) |     | Sagok Fm. (total) |     | Chunsan Fm. (180828-3) |     | Haman Fm. (180828-1) |     | Banyawol Fm. (180828-2) |           |     |
|-------------------------------------|----------------------|-----|-----------------------------|-----|------------------------|-----|----------------------|-----|----------------------|-----|-------------------|-----|------------------------|-----|----------------------|-----|-------------------------|-----------|-----|
|                                     | range                | (%) | range                       | (%) | range                  | (%) | range                | (%) | range                | (%) | range             | (%) | range                  | (%) | range                | (%) | range                   | (%)       |     |
| Late Cretaceous (100.5 ~ 66.0)      |                      |     |                             |     |                        |     |                      |     | 99.8                 | 1%  | 99.8              | 1%  |                        |     |                      |     |                         | 99.9-96.0 | 12% |
| Early Cretaceous (145.0 ~ 100.5)    |                      |     | 110                         | 1%  | 109.9-104.9            | 11% | 104.6-102.2          | 4%  | 111.9-100.6          | 13% | 111.9-100.6       | 8%  | 104.1-101.7            | 7%  | 107.7-101.3          | 8%  | 105.8-100.7             | 26%       |     |
| Cretaceous (145.0 ~ 66.0)           |                      |     | 110                         | 1%  | 109.9-104.9            | 11% | 104.6-102.2          | 4%  | 111.9-99.8           | 14% | 111.9-99.8        | 9%  | 104.1-101.7            | 7%  | 107.7-101.3          | 8%  | 105.8-96.0              | 38%       |     |
| Late Jurassic (163.5 ~ 145.0)       |                      |     |                             |     |                        |     | 163.1-160.0          | 2%  | 163.5-157.7          | 5%  | 163.5-157.7       | 4%  |                        |     | 152.7                | 1%  |                         |           |     |
| Middle Jurassic (174.1 ~ 163.5)     | 173-169.4            | 11% | 178.6-165.2                 | 3%  | 171.6-167.0            | 6%  | 169.5-163.9          | 16% | 171.3-163.6          | 41% | 171.3-163.6       | 29% | 173.5-164.5            | 41% | 171.7-165.5          | 22% | 171.0-167.3             | 4%        |     |
| Early Jurassic (201.3 ~ 174.1)      | 196.4-176.8          | 27% | 199.6-178.6                 | 24% | 181.8-175.2            | 3%  | 176.3                | 1%  | 184.9-176.3          | 5%  | 184.9-176.3       | 3%  | 175.6-174.9            | 4%  | 191.3-174.2          | 5%  | 195.8-177.8             | 4%        |     |
| Jurassic (201.3 ~ 145.0)            | 196.4-169.4          | 38% | 199.6-165.2                 | 27% | 181.8-167.0            | 9%  | 176.3-160.0          | 20% | 184.9-157.7          | 51% | 184.9-157.7       | 35% | 175.6-164.5            | 45% | 191.3-152.7          | 28% | 195.8-167.3             | 8%        |     |
| Late Triassic (237 ~ 201.3)         | 234.7-214.6          | 3%  | 232-209.1                   | 12% | 234.0-214.8            | 14% | 230.9-206.3          | 38% | 225.2-221.2          | 2%  | 230.9-206.3       | 20% | 234.7-210.4            | 9%  | 229.9-203.4          | 31% | 234.1-218.2             | 5%        |     |
| Middle Triassic (247.2 ~ 237)       |                      |     | 244.2-242.2                 | 2%  |                        |     | 237.7                | 1%  | 242.6-241.7          | 2%  | 242.6-237.7       | 2%  |                        |     |                      |     | 244.5                   | 1%        |     |
| Early Triassic (251.9 ~ 247.2)      | 248.4                | 1%  |                             |     |                        |     |                      |     |                      |     |                   |     |                        |     |                      |     | 249.7-249.1             | 2%        |     |
| Triassic (251.9 ~ 201.3)            | 248.4-214.6          | 4%  | 244.2-209.1                 | 15% | 234.0-214.8            | 14% | 237.7-206.3          | 39% | 242.6-221.2          | 5%  | 242.6-206.3       | 22% | 234.7-210.4            | 9%  | 229.9-203.4          | 31% | 249.7-218.2             | 8%        |     |
| Permian (298.9 ~ 251.9)             |                      |     | 279.4-252.6                 | 6%  | 255.7-253.7            | 3%  |                      |     |                      |     |                   |     |                        |     | 292.2                | 1%  | 264.3-252.7             | 5%        |     |
| Carboniferous (358.9 ~ 298.9)       |                      |     |                             |     |                        |     | 326.6                | 1%  |                      |     | 326.6             | 1%  |                        |     |                      |     |                         |           |     |
| Devonian (419.2 ~ 358.9)            | 417.5                | 1%  |                             |     |                        |     | 359.7                | 1%  | 372.6                | 1%  | 372.6-359.7       | 1%  | 403.6-362.2            | 2%  | 377.9-377.1          | 2%  |                         |           |     |
| Silurian (443.8 ~ 419.2)            |                      |     |                             |     |                        |     | 425.1                | 1%  | 426.8                | 1%  | 426.8-425.1       | 1%  | 430.3                  | 1%  |                      |     | 433.6                   | 1%        |     |
| Ordovician (485.4 ~ 443.8)          |                      |     |                             |     |                        |     |                      |     |                      |     |                   |     |                        |     |                      |     |                         |           |     |
| Cambrian (541.0 ~ 485.4)            | 491.7                | 1%  | 485.7                       | 1%  |                        |     |                      |     |                      |     |                   |     | 493                    | 1%  |                      |     |                         |           |     |
| Paleozoic (541.0 ~ 251.9)           | 491.7-417.5          | 3%  | 485.7-252.6                 | 7%  | 255.7-253.7            | 3%  | 425.1-326.6          | 4%  | 426.8-372.6          | 2%  | 426.8-326.6       | 3%  | 493-362.2              | 5%  | 377.9-292.2          | 4%  | 433.6-252.7             | 6%        |     |
| Neoproterozoic (1000 ~ 541)         |                      |     | 962.8                       | 1%  | 818.5-736.9            | 3%  | 959.2-564.5          | 9%  | 551.6                | 1%  | 959.2-551.6       | 5%  | 950.2-733.0            | 10% | 789.2-683.2          | 6%  |                         |           |     |
| Mesoproterozoic (1600 ~ 1000)       |                      |     |                             |     | 1207                   | 1%  | 1192                 | 1%  |                      |     | 1191              | 1%  | 1578-1183              | 2%  | 1364                 | 1%  |                         |           |     |
| Paleoproterozoic & Archean (~ 1600) | 2517-1818            | 49% | 2690-1844                   | 49% | 2631-1859              | 59% | 2490-1878            | 24% | 2941-1877            | 27% | 2941-1877         | 25% | 2453-1694              | 22% | 2666-1857            | 22% | 2485-1852               | 39%       |     |

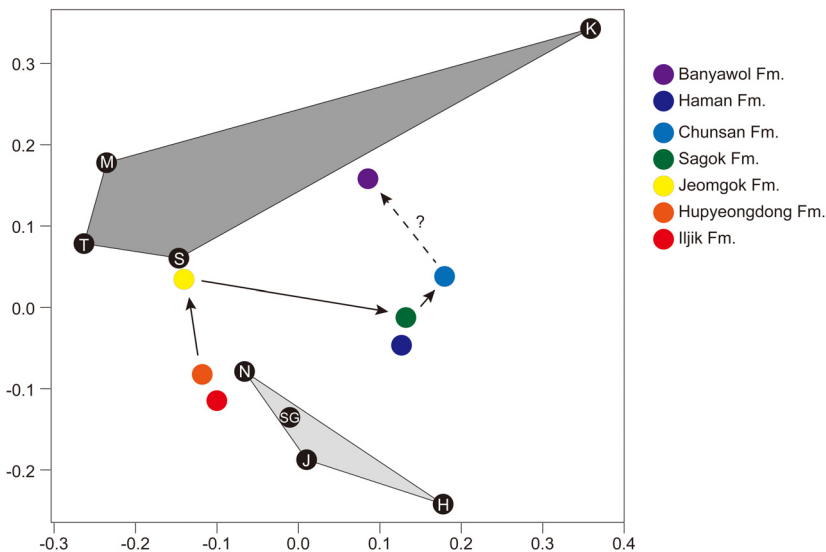
영양소분지로 퇴적물을 공급하였던 것으로 추정되었다(Lee, 2009). 그러나 영덕화강암은 전기 트라이아스기인 약 253~247 Ma에 생성(Yi *et al.*, 2012; Kang *et al.*, 2018)되었기 때문에 후기 트라이아스기 저어콘의 기원암으로는 볼 수 없다. 또한 영덕화강암 인근에 분포하는 다른 트라이아스기 화강암으로 홍색 화강암(Kang *et al.*, 2018)이나 청송화강암(Cheong and Kim, 2012)이 존재하나 각각 약 242 Ma, 약 203 Ma에 생성되었기 때문에 함양층의 일부 저어콘을 제외한 의성소분지 하양층군 사암에 함유된 트라이아스기 저어콘들의 기원지로 보기에는 오래되거나 젊다. 그러므로 현재 한반도에 노출된 암석 중에서 의성소분지 하양층군에 후기 트라이아스기 저어콘을 공급할 수 있는 더 적합한 기원지 후보가 존재할 가능성이 있으며, 이를 해석하기 위해서는 다른 접근이 필요하다.

영양소분지의 동화치층과 기사동층은 처어트 역을 함유하고 있는데, 이 처어트 역에서는 동아시아의 후기 주라기 부가복합체(accretionary complex)에 나타나는 방산층 화석이 발견되며(Kamata *et al.*, 2000; Mitsugi *et al.*, 2001), 이에 따라 하양층군 퇴적물의 기원지에 일본의 부가복합체가 포함되는 것으로 여겨진다. 그리고 의성소분지 후평동층의 하부

층원인 구미동층원에서도 역시 처어트 역이 발견되는 것으로 알려져 있다(Mitsugi *et al.*, 2001). 따라서 이 연구에서 나타나는 저어콘 연대 분포는 일본으로부터의 퇴적물 유입 가능성을 고려하여 해석해야 한다.

이 연구의 분석 결과를 영남육괴 및 일본 중생대 퇴적물들과 MDS (multidimensional scaling; Vermeesch, 2013, 2018) 지도를 이용하여 비교하였다(그림 3). MDS는 기존에 쇄설성 저어콘 연대 분포를 통계적으로 비교하기 위해 쓰이던 방법인 K-S (Kolmogorov-Smirnoff) 테스트의 단점을 보완한 통계 분석 방법으로, 주성분분석(principal component analysis)에 기반한다(Vermeesch, 2013). MDS는 각 시료간의 유사도를 시료 간의 상대적인 거리로 변환하여 나타내며, 그렇기 때문에 어떤 시료들과 함께 비교했느냐에 따라서 같은 시료 간의 위치와 거리도 달라진다. 저어콘 연대 분포가 유사한 시료일수록 가깝게 위치하며, 유사도가 떨어질수록 멀리 위치한다. 이때 MDS 지도에서 보이는 x, y 축은 각 시료들의 상대적인 좌표를 표시하는 축이며, 축 자체가 의미를 가지지는 않는다.

그림 3은 이 연구에서 분석한 의성소분지 및 밀양소분지 하양층군 사암 시료들의 쇄설성 저어콘 연대 분포를 신동층군 북부 사암시료(Choi *et al.*, under review) 및 일본의 중생대 부가복합체 및 육상분지



**Fig. 3.** MDS (multidimensional scaling) map for detrital zircon ages of the Hayang Group in the Euisong subbasin, northern Sindong Group (Choi *et al.*, under review), and Japanese Mesozoic sediments (Okamoto *et al.*, 2004; Aoki *et al.*, 2012, 2014; Kawagoe *et al.*, 2012; Fujisaki *et al.*, 2014). K: Kanmon Group, M: Mino Terrane, T: Tetori Group, S: Sambagawa Belt, N: Nakdong Fm., H: Hasandong Fm., J: Jinju Fm., SG: Sindong Group (total).

퇴적물(Okamoto *et al.*, 2004; Kawagoe *et al.*, 2012; Aoki *et al.*, 2012, 2014; Fujisaki *et al.*, 2014)과 비교한 MDS 지도이다. 백악기 당시 한반도와 일본에서 의성소분지에 퇴적물을 공급하였을 유역이나 그 유역 내에 노출된 암석들을 일일이 추정하기는 현실적으로 어렵다. 따라서 의성소분지 퇴적 직전까지 영남육괴로부터 퇴적물을 공급받았던 신동층군의 북부 낙동층, 하산동층, 진주층 사암의 쇄설성 저어콘 연대 분포가 영남육괴로부터의 퇴적물 공급을 대표하고, 마찬가지로 당시 일본에서 퇴적된 퇴적물들의 저어콘 연대 분포가 일본으로부터의 퇴적물 공급을 대표한다고 가정하였다.

의성소분지 하양층군 사암의 저어콘 연대 분포는 MDS 지도상에서 층서를 따라 변화를 보이는데, 점곡층을 중심으로 두 번의 큰 변화를 나타낸다(그림 3). 먼저 일직층과 후평동층은 신동층군, 그 중에서도 낙동층의 저어콘 연대 분포와 가장 유사한 것으로 나타나며, 이는 의성소분지 하양층군 퇴적 초기에는 여전히 신동층군과 같이 영남육괴로부터 주로 퇴적물을 공급받았음을 의미한다. 후평동층 퇴적 이후 쌓이는 점곡층 퇴적물의 저어콘 연대 분포는 일본 서남부에 위치한 Sambagawa Belt의 저어콘 연대 분포와 가장 유사하게 나타난다. 이는 일본으로부터의 퇴적물 공급이 있었다는 기존 연구들과 잘 일치하는 결과이나, 처어트 역이 나타나는 후평동층보다는 점곡층이 더 유사하게 나타난다는 점은 다르다.

점곡층 이후에 퇴적된 사곡층과 춘산층은 뚜렷하게 어느 한 곳과 유사한 것으로 나타나지 않으나, 일본의 Kanmon Basin과 신동층군 사암의 중간에 위치하여 일본과 영남육괴 양쪽으로부터 모두 퇴적물을 공급받았을 가능성을 보여준다. 그림 3에 사용된 Kanmon Basin 사암의 저어콘 연대 분포는 선캠브리아기 저어콘을 포함하지 않는 것이 특징(Aoki *et al.*, 2014)으로, 사곡층, 춘산층, 함안층 사암에서 중생대 저어콘이 고원생대 저어콘보다 많은 점이 반영되어 신동층군과 Kanmon Basin의 중간에 위치한 것으로 생각된다. 반면 반야월층은 Sambagawa Belt와 Kanmon Basin의 중간 지점에 위치하여, 주로 이들로부터 퇴적물이 공급되었을 가능성을 보여준다. 특이한 점은 영남육괴로부터의 퇴적물 공급 정도가 퇴적환경과 연관되어 있는 듯한 모습을 보인다는 점이다. 하천-충적평야 환경인 일직층, 후평동층은 주

로 영남육괴로부터 퇴적물을 공급받았고, 사곡층, 함안층, 춘산층은 영남육괴와 일본 양쪽으로부터 퇴적물을 공급받은 반면, 호수 환경인 점곡층과 반야월층은 주로 일본으로부터 퇴적물을 공급받았다. 이로 보아 퇴적환경의 변화가 퇴적물의 기원지 변화에 어느 정도 영향을 미쳐서, 호수 환경 보다 상류인 하천-충적평야 환경이 영남육괴로부터 퇴적물을 더 많이 공급받았을 것으로 생각된다.

일본 방향에서 퇴적물이 공급되기 위해서는 경상분지 동부가 융기되어야 하며, 이 원인은 두 가지로 생각할 수 있다. 우선 일본지역의 광역적 융기에 의해 고지대가 형성되어 퇴적물 공급이 일어났을 가능성이 있다. 예전부터 후기 중생대에 동아시아대륙 경계부에 해안을 따라 산맥이 존재하였다는 가설이 존재하였다(Okada, 2000). 또한 후기 백악기에는 고태평양판의 섭입에 의하여 동아시아 대륙 경계 일대에 광역적인 융기가 일어났다는 보고들도 있다(Choi and Lee, 2011; Matthews *et al.*, 2012; Song *et al.*, 2014; Zhang *et al.*, 2015). 그러나, 일본의 부가체가 융기되었다고 알려진 시기는 약 95~80 Ma (Choi and Lee, 2011; Song *et al.*, 2014 and references therein)로 구산동응회암의 분출시기 이후이므로, 점곡층과 사곡층이 퇴적된 시기와는 맞지 않는다. 따라서 고태평양판의 섭입과 관련한 융기에 의해 점곡층과 사곡층으로 일본 퇴적물이 유입된 것은 아닐 것이다.

경상분지 동부에 고지대가 형성될 수 있는 다른 가능성은 Chough and Sohn (2010)에 의해 언급된 경상 화산호의 형성이다. 이 논문은 구산동응회암이 분출하기 전인 약 100 Ma 또는 그 이전에 경상분지 동부에 화산호가 발달하여 고지대를 이루고 있었으며, 이 고지대의 형성과 성장에 의하여 하양층군 퇴적물이 북서쪽으로부터 유입되었을 것으로 추정한다. 실제로 후평동층에서 110 Ma에 생성된 저어콘 입자가 등장한 이후 구산동응회암의 하부 퇴적층인 점곡층, 사곡층, 함안층에서 110~100 Ma에 생성된 저어콘 입자가 10% 내외로 포함된다. 구산동응회암 분출 이후 퇴적된 춘산층과 반야월층의 백악기 저어콘의 비중을 보면, 춘산층은 구산동응회암 분출 이전과 유사한 비율이나 반야월층은 전체 저어콘의 38%를 백악기 저어콘이 차지하며, 100 Ma 이후에 생성된 저어콘도 12%가 포함된다. 고수류 방향을 고려하면, 이 연구에서 나타나는 저어콘 연대분포는 경상

분지의 동부에 110~100 Ma 동안 화성활동이 있었음을 나타낸다. 그러나 반야월층을 제외한 하양층군 퇴적물들이 함유한 백악기 저어콘이 10% 내외임을 고려하면, 반야월층 퇴적 이전까지는 화산호에서 직접 화산물질이 공급되기 보다는 고지대를 형성하여 인근의 일본 퇴적물이 서쪽으로 운반 퇴적되도록 하는 역할이 더 컸던 것으로 여겨진다. 만일 그렇다면, 이 화산호는 의성소분지에 저어콘을 공급한 일본 퇴적물보다 더 해안에 가까운 곳에 위치했을 것이다. 또한 이 경우 기원지 변화는 광역적 규모로 일어났을 것으로 추정되므로, 이러한 양상을 영양소분지와 밀양소분지를 포함한 하양층군 전체의 기원지 연구를 통하여 확인할 필요가 있다.

## 6. 결론

경상분지 하양층군의 기원지 변화를 통해 당시 한반도의 지구조환경에 대한 정보를 알아보고자 의성소분지 하양층군 사암들과 의성소분지 경계부에 분포하는 밀양소분지 사암들의 쇄설성 저어콘 연대를 측정하였다. 8개 사암시료에서 총 800점의 저어콘 연대측정 결과 671점의 일치연대를 얻었으며, 일치연대의 분포 범위는 2941~96 Ma이다. 사암 시료들이 함유하고 있는 저어콘은 대부분 고원생대-시생대, 트라이아스기, 쥐라기, 백악기에 생성되었으며, 일부 고생대, 신원생대, 중원생대 저어콘 또한 존재한다.

가장 젊은 저어콘 연령으로부터 점곡층, 사곡층, 반야월층의 최대퇴적시기를 각각 105, 100, 96 Ma로 제한할 수 있고, 이는 기존 연구 결과와 잘 일치한다. 또한, 구산동응회암과의 관계를 이용하여 사곡층의 퇴적시기를 100~97 Ma로 추정할 수 있다.

의성소분지와 밀양소분지의 쇄설성 저어콘 연대 분포를 신동층군 북부 퇴적물과 일본의 중생대 퇴적물과 비교한 결과, 시간이 지남에 따라 기원지의 변화가 있었음을 알 수 있었다. 의성소분지 하양층군 퇴적 초기에는 주로 영남육괴로부터 퇴적물이 공급되었고, 이후에는 일본으로부터도 퇴적물이 공급되었으며, 점곡층이나 밀양소분지의 반야월층과 같이 일본으로부터의 퇴적물 공급이 주를 이루는 시기도 있었다. 이는 사곡층이 퇴적되는 100 Ma 이전에 경상분지 동부에 110~100 Ma 사이에 일어난 화성활동에 기인한 고지대 형성으로 기원지의 변화가 일어

났을 가능성을 의미한다.

## 감사의 글

이 연구는 2019년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(NRF-2017R1C1B1007653)을 받아 수행된 기초연구사업입니다. 이 연구에서 수행된 실험은 조선대학교 에너지자원공학과 학부생 유건모, 이준혁, 양영준, 이혜미의 도움을 받았습니다. 심사 중 좋은 의견을 주신 두 익명의 심사위원들께 감사드립니다.

## REFERENCES

- Aoki, K., Isozaki, Y., Kofukuda, D., Sato, T., Yamamoto, A., Maki, K., Sakata, S. and Hirata, T., 2014, Provenance diversification within an arc-trench system induced by batholith development: the Cretaceous Japan case. *Terra Nova*, 26, 139-149.
- Aoki, K., Isozaki, Y., Yamamoto, S., Maki, K., Yokoyama, T. and Hirata, T., 2012, Tectonic erosion in a Pacific-type orogen: Cretaceous tectonics in Japan. *Geology*, 40, 1087-1090.
- Chang, K.H., 1970, Geology of upper Mesozoic strata, N. Gyeongsang Province, southern Korea (I). *Journal of the Geological Society of Korea*, 6, 1-12 (in Korean with English abstract).
- Chang, K.H., 1975, Cretaceous stratigraphy of Southeast Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 11, 1-23.
- Chang, K.H., 1977, Late Mesozoic stratigraphy, sedimentation and tectonics of southeastern Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 13, 76-90.
- Chang, K.H., 1987, Cretaceous Strata, Chapter 6-4, In: Lee, D.-S. (Ed.), *Geology of Korea*. Seoul, Kyohak-Sa, The Geological Society of Korea, 157-201.
- Chang, K.H., 1988, Cretaceous stratigraphy and paleo-current analysis of Kyongsang Basin, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 24, 194-205.
- Chang, K.H. and Kim, H.M., 1968, Cretaceous paleo-current and sedimentation in northwestern part of Kyongsang basin, southern Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 4, 77-97.
- Chang, K.H., Ko, I.S., Lee, J.Y. and Kim, S.W., 1977, Explanatory text of the geological map of Gusandong sheet (1:50,000). *Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources*, 55 p (in Korean with English abstract).

- Chang, K.H., Koh, I.S., Park, H.I., Chi, J.M. and Kimm, H.M., 1978, Explanatory text of the geological map of Cheonji sheet (1:50,000). Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 47 p (in Korean with English abstract).
- Chang, G.H., Lee, Y.J. and Park, B.G., 1981, Explanatory text of the geological map of Gunwi sheet (1:50,000). Korea Institute of Energy and Resources, 47 p (in Korean with English abstract).
- Chang, K.H., Lee, Y.J., Suzuki, K. and park, S.O., 1998, Zircon morphology, CHIME age and geological significance of Kusandong Tuff. *Journal of the Geological Society of Korea*, 34, 333-343.
- Cheong, C.-S. and Kim, N., 2012, Review of radiometric ages for Phanerozoic granitoids in southern Korean Peninsula. *Journal of the Petrological Society of Korea*, 21, 173-192.
- Cho, M., Cheong, W., Erns, W.G., Yi, K. and Kim, J., 2013, SHRIMP U-Pb ages of detrital zircons in metasedimentary rocks of the central Ogcheon fold thrust belt, Korea: Evidence for tectonic assembly of Paleozoic sedimentary protoliths. *Journal of Asian Earth Sciences*, 63, 234-249.
- Choi, D.K., 1985, Spores and pollen from the Gyeongsang Supergroup, southeastern Korea and their chronologic and paleoecologic implications. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 1, 33-50.
- Choi, H.I., 1986, Sedimentation and evolution of the Cretaceous Gyeongsang Basin, southeastern Korea. *Journal of the Geological Society of London*, 143, 29-40.
- Choi, H.I., 1999, 3. Upper Mesozoic Strata. In: Lee, J.H., Won, C.K., Kim, J.H. and Lee, C.J. (Eds.), *Geology of Korea*, Seoul, Sigma Press, The Geological Society of Korea, 233-273 (in Korean).
- Choi, S.J., 1987, Study on the Lower Cretaceous charophytes from the upper Gyeongsang Supergroup. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, 3, 79-92.
- Choi, T. and Lee, Y.I., 2011, Thermal histories of Cretaceous basins in Korea: Implications for response of the East Asian continental margin to subduction of the Paleo-Pacific Plate. *Island Arc*, 20, 371-385.
- Choi, T., Lee, Y.I., Lim, H.S. and Orihashi, Y., 2019, Detrital zircon geochronology of the Cretaceous Sindong Group, Gyeongsang Basin, Korea and its implications for paleodrainage changes. *Episodes*, under review.
- Choi, T., Lee, Y.I. and Orihashi, Y., 2016, Crustal growth history of the Korean Peninsula: Constraints from detrital zircon ages in modern river sediments. *Geoscience Frontiers*, 7, 707-714.
- Chough, S.K. and Sohn, Y.K., 2010, Tectonic and sedimentary evolution of a Cretaceous continental arc-backarc system in the Korean peninsula: New view. *Earth-Science Reviews*, 101, 225-249.
- Dickinson, W.R. and Gehrels, G.E., 2009, Use of U-Pb ages of detrital zircons to infer maximum depositional ages of strata: A test against a Colorado Plateau Mesozoic database. *Earth and Planetary Science Letters*, 288, 115-125.
- Fujisaki, W., Isozaki, Y., Maki, K., Sakata, S., Hirata, T. and Maruyama, S., 2014, Age spectra of detrital zircon of the Jurassic clastic rocks of the Mino-Tanba AC belt in SW Japan: Constraints to the provenance of the mid-Mesozoic trench in East Asia. *Journal of Asian Earth Sciences*, 88, 62-73.
- Hoskin, P.W.O. and Black, L.P., 2000, Metamorphic zircon formation by solid-state recrystallization of protolith igneous zircon. *Journal of Metamorphic Geology*, 18, 423-439.
- Jang, Y., Kwon, S., Song, Y., Kim, S.W., Kwon, Y.K. and Yi, K., 2018, Phanerozoic polyphase orogenies recorded in the northeastern Okcheon Belt, Korea from SHRIMP U-Pb detrital zircon and K-Ar illite geochronologies. *Journal of Asian Earth Sciences*, 157, 198-217.
- Jeon, Y.M. and Sohn, Y.K., 2003, Sedimentary characteristics and stratigraphic implications of the Kusandong Tuff, Cretaceous Gyeongsang Basin, Korea. *Geosciences Journal*, 7, 53-64.
- Jwa, Y.-J., Lee, Y.I. and Orihashi, Y., 2009, Eruption age of the Kusandong Tuff in the Cretaceous Gyeongsang Basin, Korea. *Geosciences Journal*, 13, 276-273.
- Kamata, Y., Hisada, K. and Lee, Y.I., 2000, Late Jurassic radiolarians from pebbles of Lower Cretaceous conglomerates of the Hayang Group, southeastern Korea. *Geosciences Journal*, 4, 165-174.
- Kang, H.-C., Cheon, Y., Ha, S., Seo, K., Kim, J.-S., Shin, H.C. and Son, M., 2018, Geology and U-Pb age in the eastern part of Yeongdeok-gun, Gyeongsangbuk-do, Korea. *Journal of the Petrological Society of Korea*, 27, 153-171.
- Kawagoe, Y., Sano, S., Orihashi, Y., Obara, H., Kouchi, Y., and Otoh, S., 2012, New detrital zircon age data from the Tetori Group in the Mana and Itoshiro areas of Fukui Prefecture, central Japan. *Memoir of the Fukui prefectural Dinosaur Museum*, 11, 1-18.
- Kee, W.-S., Kim, S.W., Jeong, Y.-J. and Kwon, S., 2010, Characteristics of Jurassic continental arc magmatism in South Korea: Tectonic implications. *The Journal of Geology*, 118, 305-323.
- KIGAM (Korea Institute of Geology Mining and Materials), 1995, *Geologic Map*. KIGAM, Daejeon.

- Kim, B.G., Cheong, C.H., Kim, S.J. and Yang, S.Y., 1981, Explanatory text of the geological map of Dae Yul sheet (1:50,000). Korea Institute of Energy and Resources, 60 p (in Korean with English abstract).
- Kim, B.G., Lee, Y.D. and Yang, S.Y., 1977, Explanatory text of the geological map of Eui Seong sheet (1:50,000). Geological and Mineral Institute of Korea, 41 p (in Korean with English abstract).
- Kim, B.K., Lee, H.Y., Kim, S.J. and Cheong, J.G., 1988, Explanatory text of the geological map of Andong sheet (1:50,000). Korea Institute of Energy and Resources, 43 p (in Korean with English abstract).
- Kim, J.H. and Lim, J.W., 1974, Explanatory text of the geological map of Gumi sheet (1:50,000). Geological and Mineral Institute of Korea, 52 p (in Korean with English abstract).
- Kim, J.-S., Cho, H., Kim, H.-G. and Son, M., 2013, SHRIMP U-Pb zircon ages of the Gusandong (Kusandong) Tuff in the Cretaceous Gyeongsang Basin. *Journal of the Petrological Society of Korea*, 22, 235-249 (in Korean with English abstract).
- Kim, N.J. and Lee, H.K., 1970, Explanatory text of the geological map of Jungpyeong Dong sheet (1:50,000). Geological Survey of Korea, 41 p (in Korean with English abstract).
- Kim, S.W., Kwon, S., Koh, H.J., Yi, K., Jeong, Y.-J., and Santosh, M., 2011, Geotectonic framework of Permo-Triassic magmatism within the Korean Peninsula. *Gondwana Research*, 20, 865-889.
- Kim, S.W. and Park, B.S., 1970, Explanatory text of the geological map of Yongyang sheet (1:50,000). Geological Survey of Korea, 43 p (in Korean with English abstract).
- Kim, Y.G., Cha, M.S. and Ko, I.S., 1977, Explanatory text of the geological map of Nak Dong sheet (1:50,000). Geological and Mineral Institute of Korea, 47 p (in Korean with English abstract).
- Koh, I.S., 1974, Sedimentary petrology of Nakdong Group (I). *Journal of the Geological Society of Korea*, 10, 207-224.
- Koh, I.S., 1986, Study on the source rocks of the Nakdong Group. *Journal of the Geological Society of Korea*, 22, 233-256.
- Koh, I.S. and Lee, Y.T., 1993, Sedimentary petrology of Cretaceous sandstones in the southern margin of Euisong Subbasin. *Journal of the Geological Society of Korea*, 29, 225-245.
- Kwon, Y.I. and Lee, I.K., 1973, Explanatory text of the geological map of Do Pyeong sheet (1:50,000). Geological and Mineral Institute of Korea, 19p (in Korean with English abstract).
- Lee, C., Ryu, I.-C. and Shinn, Y.J., 2017, U-Pb ages of detrital zircons in Lower Cretaceous non-marine successions of the Gyeongsang Basin, Northeast Asia: Implications for sediment provenance. *Sedimentary Geology*, 353, 125-138.
- Lee, H.G. and Hong, S.H., 1973, Explanatory text of the geological map of Cheong Song sheet (1:50,000). Geological and Mineral Institute of Korea, 42 p (in Korean with English abstract).
- Lee, J.I. and Lee, Y.I., 2003, Geochemistry and provenance of Lower Cretaceous Sindong and Hayang mudrocks, Gyeongsang Basin, southeastern Korea. *Geosciences Journal*, 7, 107-122.
- Lee, T.H., Park, K.-H. and Yi, K., 2018, Nature and evolution of the Cretaceous basins in the eastern margin of Eurasia: A case study of the Gyeongsang Basin, SE Korea. *Journal of Asian Earth Sciences*, 166, 19-31.
- Lee, Y.I., 2009, Geochemistry of shales of the upper Cretaceous Hayang Group, SE Korea: Implications for provenance and source weathering at an active continental margin. *Sedimentary Geology*, 215, 1-12.
- Lee, Y.I., Choi, T., Lim, H.S. and Orihashi, Y., 2010, Detrital zircon geochronology of the Cretaceous Sindong Group, Southeast Korea: Implications for depositional age and Early Cretaceous igneous activity. *Island Arc*, 19, 647-658.
- Lee, Y.I., Choi, T., Lim, H.S. and Orihashi, Y., 2016, Detrital zircon geochronology and Nd isotope geochemistry of the basal succession of the Taebaeksan Basin, South Korea: Implications for the Gondwana linkage of the Sino-Korean (North China) block during the Neoproterozoic-early Cambrian. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 441, 770-786.
- Lee, Y.I. and Kim, J.Y., 2005, Provenance of the Hayang Group (Early Cretaceous) in the Yeongyang Subbasin, SE Korea and its bearing on the Cretaceous palaeogeography of SW Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 228, 278-295.
- Lee, Y.I., Yi, J. and Choi, T., 2015, Provenance analysis of Lower Cretaceous Sindong Group, Gyeongsang Basin, Korea using integrated petrography, quartz SEM-cathodoluminescence, and zircon Zr/Hf analysis. *Journal of Sedimentary Research*, 85, 529-543.
- Ludwig, K.R., 2008, User's manual for Isoplot 3.75: A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication 4, 75p.
- Matthews, K.J., Seton, M. and Müller, D., 2012, A global-scale plate reorganization event at 105 - 100 Ma. *Earth and Planetary Science Letters*, 355-356, 283-298.
- Mitsugi, T., Ishida, K., Woo, B.-G., Chang, K.-H., Park, S.-O. and Hirano, H., 2001, Radiolarian-bearing conglomerate from the Hayang Group, the Kyongsang

- Supergroup, southeastern Korea. *Journal of Asian Earth Sciences*, 19, 751-763.
- Oh, I.S. and Jeong, G.S., 1975, Explanatory text of the geological map of Gi Gae sheet (1:50,000). Geological and Mineral Institute of Korea, 53 p (in Korean with English abstract).
- Okada, H., 2000, Nature and development of Cretaceous sedimentary basins in East Asia: a review. *Geosciences Journal*, 4, 271-282.
- Okamoto, K., Shinjoe, H., Katayama, I., Terada, K., Sano, Y. and Johnson, S., 2004, SHRIMP U-Pb zircon dating of quartz-bearing eclogite from the Sanbagawa Belt, south-west Japan: implications for metamorphic evolution of subducted protolith. *Terra Nova*, 16, 81-89.
- Park, K.-H., Lee, T.-H. and Yi, K., 2011, SHRIMP U-Pb ages of detrital zircons in the Daehyangsan Quartzite of the Okcheon Metamorphic Belt, Korea. *Journal of the Geological Society of Korea*, 47, 423-431 (in Korean with English abstract).
- Seo, S.J., 1985, Lower Cretaceous geology and paleontology (charophyta) of central Gyeongsang Basin, Korea. Ph.D. Thesis, Kyungpook National University, Daegu, 177 p.
- Song, Y., Ren, J., Stepashko, A.A. and Li, J., 2014, Post-rift geodynamics of the Songliao Basin, NE China: Origin and significance of T11 (Cenozoic) unconformity. *Tectonophysics*, 634, 1-18.
- Vermeesch, P., 2013, Multi-sample comparison of detrital age distributions. *Chemical Geology*, 341, 140-146.
- Vermeesch, P., 2018, IsoplotR: A free and open toolbox for geochronology. *Geoscience Frontiers*, 9, 1479-1493.
- Won, C.K., So, C.S. and Yun, S., 1980, Explanatory text of the geological map of Sinryeong sheet (1:50,000). Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 46 p (in Korean with English abstract).
- Yi, K., Cheong, C.-S., Kim, J., Kim, N., Jeong, Y.-J. and Cho, M., 2012, Late Paleozoic to Early Mesozoic arc-related magmatism in southeastern Korea: SHRIMP zircon geochronology and geochemistry. *Lithos*, 153, 129-141.
- Zhang, F.-Q., Chen, H.-L., Batt, G.E., Dilek, Y., A, M.-N., Sun, M.-D., Yang, S.-F., Meng, Q.-A. and Zhao, X.-Q., 2015, Detrital zircon U-Pb geochronology and stratigraphy of the Cretaceous Sanjiang Basin in NE China: Provenance record of an abrupt tectonic switch in the mode and nature of the NE Asian continental margin evolution. *Tectonophysics*, 665, 58-78.

---

Received : August 16, 2019

Revised : October 8, 2019

Accepted : October 10, 2019