

砂漠による二酸化炭素固定について

—— 炭酸塩中の $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比に基づく論証 ——

稲山 栄治、浅原 良浩、田中 剛

名古屋大学理学部地球惑星科学科

〒464-01 名古屋市千種区不老町

はじめに

化石燃料の大量消費や熱帯地方における森林伐採によって産業革命以後、大量の CO_2 が自然界に放出されつづけている。大気と海がその CO_2 の主な滞留場所であるが、人間活動による CO_2 放出量と大気及び海の吸収量の間にくい違いがみられる。すなわち吸収量よりも放出量が多く大気と海以外にも CO_2 を吸収する場所を考える必要があり、これを"missing sink"と呼び、今科学者たちが探し求めているものである。

カルシウムの特性として CO_2 と結合して CaCO_3 を形成するが、蒸発量が降水量を上回る砂漠で岩石に由来するカルシウムとこの反応が進めば究極的には CO_2 は炭酸塩として固定化されることになる。本研究では砂漠における炭酸塩保持量の計測を行い、砂漠の砂から炭酸塩を分離しその $(^{14}\text{C}/^{13}\text{C})_{\text{sample}}/(^{14}\text{C}/^{13}\text{C})_{\text{AD1950}}$ 比(以後 $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比)及び $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の測定から砂漠において CO_2 が固定化されている可能性を考えてみる。

試料と方法

本研究では、ゴビ砂漠、タクラマカン砂漠、ネフド砂漠、サハラ砂漠、ギブソン砂漠、モハーベ砂漠、デスバレーで採取した35の乾燥した砂を60-meshのふるいにかけて炭酸塩を定量分析した。分析は CO_2 セパレーションシステムを用いEpstein et al. (1963)に従い行った。そのうちタクラマカン砂漠の巴格阿瓦提、烏柯、牌楼、ネフド砂漠のヒュフェア、エジプトのアスワン、ヌベリア、アメリカのデスバレーで採取した砂に関しては炭酸カルシウムを分離し ^{14}C 測定を行った。重液分離及び磁気分離で炭酸カルシウムを取り出し、水素還元法に従って ^{14}C 測定試料の前処理を行い(北川ら、1991)、名古屋大学年代測定資料研究センターの加速器質量分析計により $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比を測定した。また牌楼、ヒュフェア、ヌベリア、アスワン、デスバレーの砂に関して、

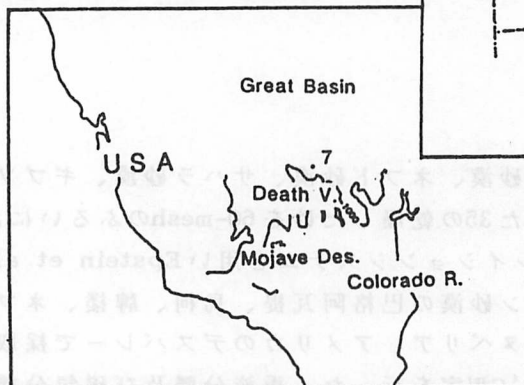
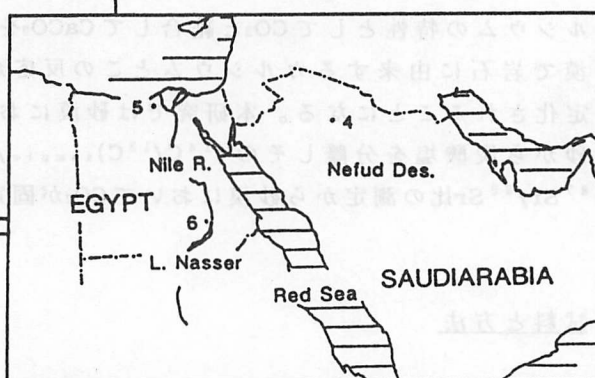
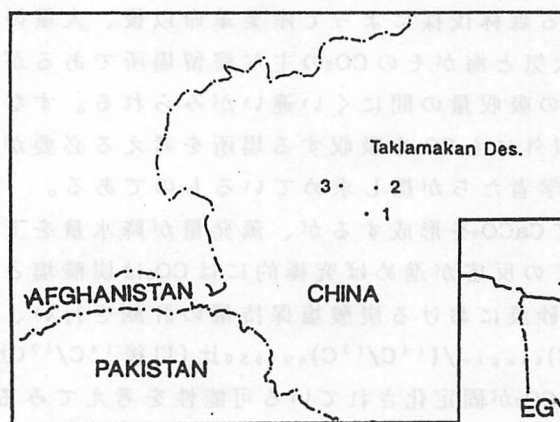
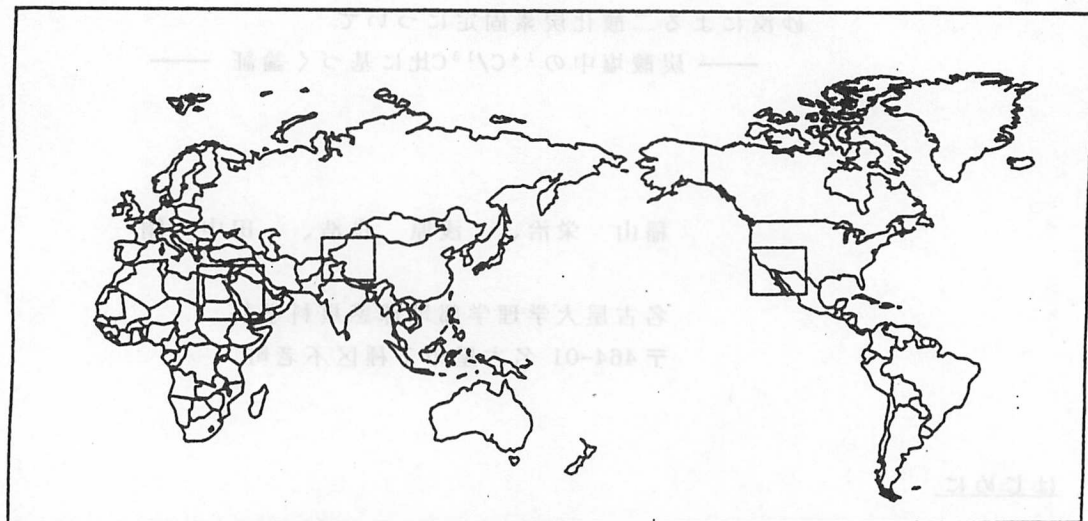


図1 調査地点位置図

- 1 巴格阿瓦提 2 烏柯 3 牌楼 4 ヒュフェア 5 ヌベリア
6 アスワン 7 デスバレー

同様に炭酸カルシウムを分離し、その $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を測定した。

結果と考察

表1. 砂漠の砂から採取した炭酸カルシウムの $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比及び $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比

sample No.	$^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比	^{14}C date(y.B.P.)	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
1	0.0365 ± 0.0021	27400 ± 500	
2	0.0405 ± 0.0017	26500 ± 400	
3	0.0445 ± 0.0017	25700 ± 400	0.70883 ± 0.0001
4	0.0265 ± 0.0015	30000 ± 500	0.70776 ± 0.0001
5	0.0320 ± 0.0016	28500 ± 400	0.70911 ± 0.0001
6	0.0238 ± 0.0015	30900 ± 500	0.70774 ± 0.0001
7	0.0554 ± 0.0021	23900 ± 300	0.71071 ± 0.0001
mean	0.0370 ± 0.0047	27600 ± 1200	0.70883 ± 0.0002

^{14}C の半減期として5730年を使用。y.B.P.はA.D.1950から遡った年数を示す。

NBS standard $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は $0.710245 \pm 0.000027 (2\sigma, n=21)$ 。

$^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比及び $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比測定結果を表1に示す。炭酸塩は今回分析した全試料について単純に平均すると5.9%含まれる。特にタクラマカン砂漠の砂には平均12.9%と高い含有率をしめした。 $(^{14}\text{C}/^{13}\text{C})_{\text{sample}}$ 比は $(^{14}\text{C}/^{13}\text{C})_{\text{AD1950}}$ 比の 0.0238 ± 0.0015 から $0.0554 \pm 0.0021 (23900 \pm 300 \sim 30900 \pm 500 \text{ y.B.P. に相当})$ と、どの試料についても比較的似た値を示した。しかし、この ^{14}C 年代が採取された炭酸カルシウムの地質学的な形成時期と一致するわけでない。もし、採取された炭酸カルシウムが中新世以前(25Ma~)に既に海底で堆積した石灰岩が隆起しその後陸上で風化されたものであるなら、 ^{14}C の半減期が5730年であることを考慮に入れると $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比はゼロになる。しかし、現実に砂漠砂中の炭酸カルシウム中には ^{14}C が含まれており、このことは炭酸カルシウム中に最近新たに炭素が取り込まれたことを意味する。

ストロンチウムはカルシウムと同じ族にありそれぞれ CO_2 に対し似たふるまいをす

るので Sr は Ca のトレーサーとなりうることから、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比から伺えるストロンチウムの動向をカルシウムにも当てはめることが出来る。海水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は過去（中生代、約 1 億 6000 千万年前）から上昇しており現在の値は 0.7091 である。測定試料の平均値 0.70883 は中新世 (10Ma) の海水値に一致するが、化石によって調べられた石灰岩の堆積時期と比較するとかなり高い値である。これは $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比の高い大陸性物質が含まれていることを意味しており、石灰岩起源の炭酸カルシウム中に大陸起源の Ca が混入した、すなわち砂漠内でカルシウムを取り込み CaCO_3 を生成したと考えられる。

以上の論議から砂漠の砂の炭酸カルシウムには最近形成されたものを含んでおり、大気 CO_2 が砂漠で固定化されている可能性は非常に高いと言える。

参考文献

- Epstein, S., Graf, D. L. and Degens, E. T. (1963) Oxygen isotope studies on the origin of dolomites, *Isotopic And Cosmic Chemistry* (eds. Craig, H., Miller, S. L. and Wasserburg, G. J.) p169-180.
- 北川 浩之、増澤 敏行、松本 英二、山口 和典、中村 俊夫 (1991) 水素還元法による AMS 法炭素-14 測定のためのグラファイトターゲットの作成法、名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 (II) p113-121

DESERT IS A POTENTIAL SINK OF CO₂: ISOTOPIC EVIDENCE

INAYAMA, E., ASAHARA, Y. & TANAKA T.

Dept. of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Nagoya University,
Chikusa, Nagoya 464-01, JAPAN

Carbonate carbon in desert sand was examined in respect of its abundance, ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratio and ¹⁴C concentration. 18 samples of desert sand were collected from various deserts and semi-desert areas in the world. Samples were mostly collected from the edge of the deserts. More than 90% of the sand passed through an 80 mesh (160 μm) sieve and grains finer than the mesh were used for analysis.

Samples were decomposed with concentrated phosphoric acid in a vacuum system, and volume of CO₂ gas recovered was measured after separation of H₂O. The CO₂ content in the sands was found to be 0.0~17.0 wt.% as carbonate. CO₂ tends to be concentrated more in sand of older deserts than in sand of younger ones. This indicates that the carbonate accumulated with age in desert sand because of little weathering caused by few precipitation.

⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratio was measured for the carbonate and its host sand. The ratios of the carbonate vary from 0.708 to 0.712, which are somewhat higher than those of marine carbonate in any geologic time. Low Rb/Sr ratios of the desert carbonate do not allow to accumulate the large amount of radiogenic ⁸⁷Sr in geologic time. Significant parts of the carbonate in desert are considered to originated in source different from limestone which was formed in ancient marine environments.

¹⁴C/¹³C ratios of the carbonate were measured using a tandemron accelerator mass spectrometer at Nagoya University. The obtained ratios are distributed between 0.055±0.002 and 0.024±0.002 relative to those of AD 1950. The ratios correspond to ages 24000±300 and 31000±500 yBP, respectively. This indicates that all of the carbonate is not derived from detrital limestone formed in geologic time but some parts of the carbonate have been formed during historic time in desert.

Average CO₂ content in the sand was 6.8 wt% as carbonate(CaCO₃). When we assume that the area of desert, thickness of desert sand, density of desert sand are 8000,000km², 10m and 2g/cm³, respectively, the total amount of CO₂ in desert is calculated to be 0.5×10¹⁹grams. The amount exceeds the carbon abundance in the worldwide biomass which is estimated to be 0.55×10¹⁸ grams as carbon.

Desert stocks a large amount of CO₂, because of its unique features such as few precipitation and quick evaporation. Desert is not a useless place as generally considered but is the potential sink of CO₂.

Samples are donated by Naoyuki Ando, Takemasa Ishii and Kiyohide Mizuno of Geological Survey of Japan and Liu Peijin of Academia Sinica and Shimizu Corporation. ¹⁴C/¹³C ratios were determined under the leading of Toshio Nakamura of Nagoya University.