

私のRI 歴書

南極試料の ^{14}C 年代測定

小元 久仁夫

Omoto Kunio

(元 日本大学文理学部教授)



はじめに

^{14}C 年代測定との出会いは1966年4月に東北大学理学部に就職した時であった。恩師 西村嘉助先生に東京出張を命ぜられ、防衛大学校において久保添忠嘉先生、次いで理化学研究所の濱田達二先生、最後に学習院大学の木越邦彦先生という順番で各研究室を訪問し、ガス・プロポーションナル・カウンターを使用する ^{14}C 年代測定法についてご指導を受けた。その数年後、金沢大学の阪上正信先生及び京都産業大学の山田治先生から液体シンチレーション法(LSC)について教えていただいた。内外の諸先生方のご指導がなかったら、自然地理学を専門分野とする私にとって到底 ^{14}C 年代測定法をマスターすることはできなかつたであろう。本稿では著者が45年間にわたり行ってきた ^{14}C 年代測定をふり返り、初期の研究成果の中から南極試料の ^{14}C 年代測定に関する話題を紹介する。

南極試料の年代測定

1968年7月、私は日本南極地域観測隊員として地理・地形部門を担当し、南極で越冬することになった。地理学部門の研究代表者である東京大学理学部 吉川虎雄先生から昭和基地のある東オングル島には海成段丘^{*1}が数段発達しており、夏季には氷雪が融けて貝化石が見られる所があると伺った。このため、海成段丘から

貝化石を採取して ^{14}C 年代測定を行えば海成段丘の形成年代を決定できると考えた。しかし、南極では数万年前の古い大陸氷が海に押し出されて溶けている。したがって、海洋生物は真の年代を示してくれないであろうと考えた。その後、この現象は“海洋リザーバー”と呼ばれた。

^{14}C 年代を補正するためには南極地域のモダンカーボンの値を決定しなければならない。このため、越冬中に現生のペンギンやアザラシ、魚介類とともに、海水、オアシスの湖水、そして大気中の ^{14}C 試料を収集した。南極のモダンカーボンの測定では理化学研究所の濱田達二先生のお世話になった。 ^{14}C 年代測定の結果、大気中や湖水の ^{14}C 濃度は1950年代から大気中で行われていた原水爆実験の影響を受けて+Modernであった。しかし海水の ^{14}C 濃度は氷床に近い地点から採取した試料からは2,860 y BP^{*2} (N-858)の年代が得られ、氷床から遠ざかるにつれて ^{14}C 濃度は中緯度の海水の ^{14}C 濃度に近づいていった。また、1週間以内にタイドクラック(潮汐により生じた海水の割れ目)に挟まり死亡したと見られるアザラシの表皮は1,455 y BP (TH-052)の年代を示した。こ

^{*1} 海岸線に沿って分布する、過去の汀線部が陸地に表れた階段状の地形。

^{*2} ^{14}C 年代測定では、 ^{14}C の半減期を5,568年として、1950年を基点(BP)として換算する。

表1 南極地域における Modern carbon の値²⁾

Sample material	Elevation	¹⁴ C Age ($\Delta^{14}\text{C}\text{‰}$)	Code No.
Sea water	- 10 m	2,860 \pm 125 (- 292 \pm 11)	N-858
Do.	- 10 m	880 \pm 115 (- 101 \pm 12)	N-860
Lake water	- 0.5 m	Modern (+ 278 \pm 19)	N-859
Do.	- 0.5 m	Modern (+ 253 \pm 19)	N-861
Atmospheric CO ₂	10 m a.s.l.	Modern (+ 487 \pm 17)	N-922
Do.	Do.	Modern (+ 315 \pm 45)	N-923
Crab-eater seal (skin)	0 m	1,455 \pm 110	TH-052
<i>Neoliuccinum eatoni</i> *	- 17 - - 35 m	1,190 \pm 90 (- 138 \pm 9)	GaK-6789a
Do. (shell)*	Do.	1,300 \pm 90	GaK-6789b
<i>Ophionotus victoriae</i> *	- 92 m	1,070 \pm 90 (- 125 \pm 10)	GaK-6790a
Do. (shell)*	Do.	1,210 \pm 100	GaK-6790b
<i>Sterechinus neumayeri</i> *	- 17 m	1,160 \pm 110 (- 134 \pm 12)	GaK-6791a
Do. (shell)*	Do.	860 \pm 110	GaK-6791b
<i>Trematomus berunacchii</i> *	- 15 m	1,160 \pm 110 (- 148 \pm 9)	GaK-6792
Zoarcidae*	- 500 m	1,010 \pm 110 (- 118 \pm 13)	GaK-6793

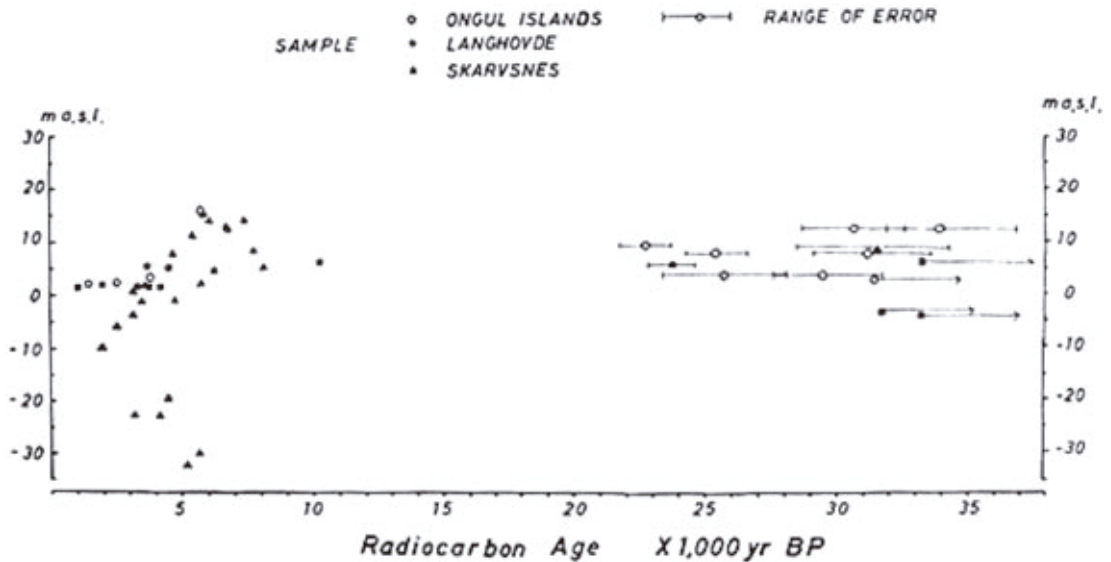


図1 リュツオ・ホルム湾から採取した試料の¹⁴C年代³⁾

のほか、昭和基地周辺から採取したすべて現棲の魚介類も1,000年よりも古い年代を示した(表1)。予想通りの測定結果を得て、南極地域から採取した試料の¹⁴C年代測定やデータを使用する場合、一般に年代が古く出ること——特にこの傾向は大陸氷に近いほどその影響が強いこと——を指摘することができた。この測定結果の一部は南極資料に掲載され¹⁾、また南極国際地学シンポジウムで発表²⁾したが、海外の多

くの研究者から注目され、この研究成果はよく引用された。

第10次(1968~70年)及び第14次(1972~74年)の2回にわたる南極越冬観測を通じて、昭和基地の位置するリュツオ・ホルム湾東岸の島々や露岩地域で隆起汀線(海成段丘の段丘崖の高度差の小さな階段状の地形)の調査を行った。水準測量を行い、各地域に発達する隆起汀線の標高と堆積物について調査した。幾つかの

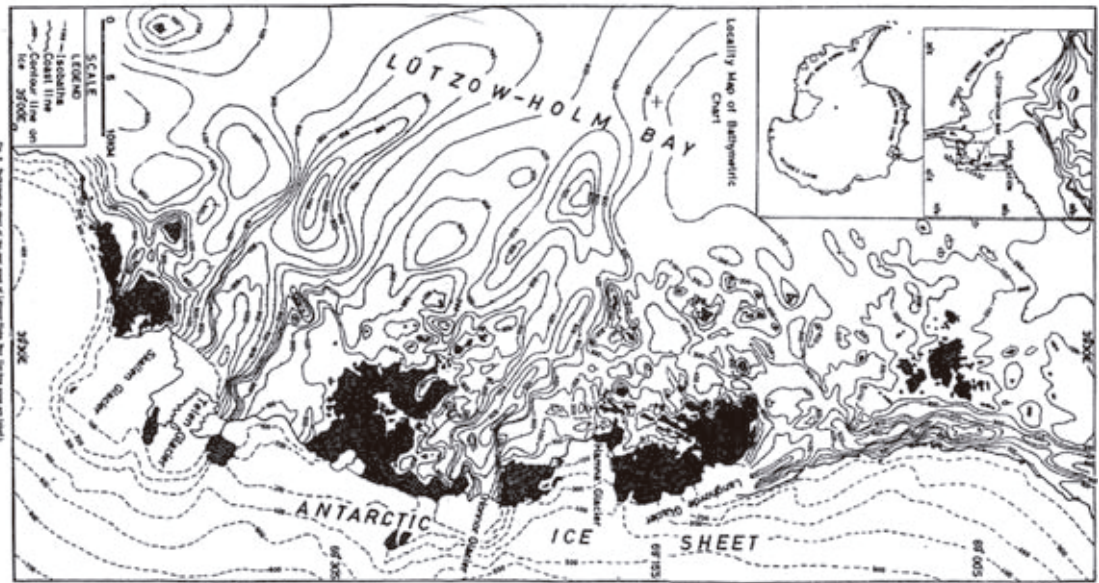


図2 リュツオ・ホルム湾の海底地形⁵⁾

隆起汀線からは貝化石試料を採取することができ、その¹⁴C年代測定を行うことができた³⁾。不思議なことに測定値は1万年以下と、2万年を超える年代に二分された(図1)。昭和基地の標高6~12mの海成段丘から採取した現地でも棲息していたと推定される“南極ソトオリ貝”などは6,000年前位の年代を示した。この年代は海成段丘の形成が日本の縄文海進時に相当するか、あるいは過去6,000年間の隆起量を推定する格好の年代とされた。しかし同時に、標高6~12mの海成段丘堆積物に含まれる有孔虫について研究したUchio⁴⁾は、ほかの南極地域の研究成果から判断して、これらの有孔虫群落が少なくとも水深120mよりも深い所に生息していたと述べた。この見解は、地形学的に明らかになっていた過去6,000年間に生じたと考えられる東オングル島の隆起量や隆起速度とは全く一致しなかった。

2回目の越冬時に私はリュツオ・ホルム湾の

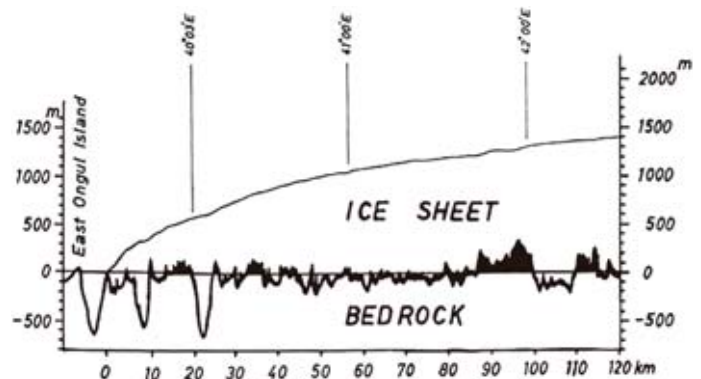


図3 昭和基地東方の氷床の断面図⁶⁾

海底地形を調査し、水深1,200mを超える氷食谷の存在(図2)を明らかにした⁵⁾。この氷食谷はかつて氷床が現在よりもはるか沖合まで張り出していた時に形成されたものであることを示す立派な証拠であった。現在の海岸線よりどれくらい沖合まで当時の氷床が張り出していたかについて検討する際、第10次南極観測時に測定していた大陸氷床表面高度と氷の厚さをアイスレーダで測定していた資料があった。早速その資料に基づき大陸氷床の断面図(図3)を

描いた。一般に氷床は後樂園球場の屋根のような“ドーム構造”を呈する。そこで昭和基地東方約 120 km までの氷床の断面図を使用して、それを西方に移動させて水深 1,200 m の海底氷食谷を完全に埋積するに十分な氷の厚さと、西方への前進距離を測定した。その結果、現在の海岸線より約 75 km 沖合まで氷床が拡大すれば、前記の深い氷食谷が形成されることが明らかになった。その時、現在の海岸部における氷床の厚さは約 1,250 m と算出された。現在よりも氷床が拡大していたときに形成された氷食谷は、その後氷床の後退によりおぼれ谷（フィヨルド）となった。

さて、このような氷床の拡大時期があったとしたら、氷の重みで地殻は沈降し、その荷重がなくなれば地殻は隆起する。その変動量は氷の厚さの 10~25% と言われている。もしも昭和基地の位置する東オングル島がかつて 1,000 m を超す厚い氷で覆われていたとしたら、少なくとも 100 m 以上の隆起が氷床の後退後に生じても不自然ではない。氷床が拡大した後で後退する過程で地殻平衡的な隆起が起り、東オングル島をはじめとする島々で数段の隆起汀線地形が形成されたと考えることができた⁶⁾。このように考えると、Uchio⁴⁾ の見解について氷河地形発達史上、矛盾なく説明することができた³⁾。しかし残念なことに氷床が何時拡大したかについて ¹⁴C 年代測定によって、その年代を決定することはまだできていない。

むすび

南極観測船“ふじ”で初めて南極へ行き、汚れなき南極の美しい大自然を目の前にしたときの感激は 40 年以上も経過した現在でも忘れることができない強烈な思い出である。南極の氷河地形発達史の研究にとって露岩地域や海底地形の研究もさることながら、昭和基地の対岸や海岸から内陸にかけて高度を増す氷床表面の氷の年代について測定したいという願望を持っていた。そして、南極大陸を網羅する等年代線を



アデリーペンギンの親子

描いた図を作成したいと考えていた。そのためにはアイスレーダを航空機に搭載した国際的な大がかりなプロジェクトが必要で、実現に至らなかった。また、1970 年当時はまだ AMS（加速器質量分析装置）も実用化していなかったため、約 2 t の氷を溶かさずに持ち帰らないと氷の年代を決定することができなかった。しかし現在では、数百 g の氷で年代決定が可能になっている。もしも、もう 1 度南極地域に出かけられるとしたら、一握りの氷のサンプルを持ち帰り是非 AMS を使用して、その年代を決定したいと考えている。

このたび日本大学を定年退職すると同時に長年使用してきた ¹⁴C 年代測定装置と別れることは辛かった。しかし ¹⁴C 年代測定が若い研究者に引き継がれて、今後ますます学際的な分野で使用されることを期待して本稿を終えたい。

最後に理化学研究所の濱田達二先生から懇切丁寧な実験の手ほどきを受けて始まった ¹⁴C 年代測定について本誌に拙文を掲載していただき、生涯の仕事を終了するに至ったことに関して“一期一会”を感ずる。本稿を書く機会を与えていただいた関係者の方々に、篤く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) K. Omoto, A preliminary report on modern carbon datings at Syowa Station and its neighbourhood, East Antarctica. *Antarctic Record*, **43**, 20–24 (1972)
- 2) K. Omoto, Significance of radiocarbon geochronology in Antarctica. In *Antarctic Earth Science* (Eds. R. L. Oliver, P. R. James, and J. B. Jago). Australian Academy of Science Canberra, 450–452 (1983)
- 3) K. Omoto, Geomorphic development of the Soya Coast, East Antarctica. — Chronological interpretation of raised beaches based on leveling and radiocarbon datings —. *Sci. Repts. Tohoku Univ. 7th Ser. (Geogr.)*, **27**(2), 95–148 (1977)
- 4) T. Uchio, Critical review of the marine geological results around the Syowa Station obtained during the first series of the Japanese Antarctic Research Expeditions (1956–1962). *Antarctic Record*, **27**, 78–87 (1966)
- 5) K. Omoto, Glacio-geomorphic study on sub marine morphology east of Lutzow-Holm Bay, East Antarctica. *Sci. Repts. Tohoku Univ. 7th Ser. (Geogr.)*, **26**(2), 241–297 (1976)
- 6) K. Omoto, Subglacial geomorphology of Mizuho Plateau and around Yamato Mountains, East Antarctica. *Sci. Repts. Tohoku Univ. 7th Ser. (Geogr.)*, **26**(1), 47–99 (1976)

