

加速器¹⁴C年代測定による日本列島の完新世Mesoglaciationの発見

大石昭二，栗山豊子，中井信之
名古屋大学理学部地球科学教室
〒464-01 名古屋市千種区不老町

1. はじめに

第四紀の地質時代にはいって、何回かの氷河一週氷期を繰り返してきた。その中でも最終氷河期（Würm 又は Wisconsin）末期の詳細な気候変動については、主にヨーロッパの花粉分析による気候区分が決められている。図1にそれをまとめてみた（この図で完新世に関しては本研究結果も示した）。しかし、後氷期の完新世に関しては、限られた花粉分析の結果や堆積物に含まれる貝化石や微化石等による研究、地形学の立場からの研究があるが、未だに詳細な気候変動を把握できない大きな原因の一つは、堆積物コアを使用する場合の年代尺度の不正確さである。

そこで、本研究では本冊子の中井・大石の報告で述べた様に地球化学的・同位体地球化学的手法により海水準変動と古気候（温度）変動を明らかにし、堆積物コアに見出される少量試料で数多くの¹⁴C年代値を求めた。そして、完新世における新しい小氷期的環境の有無を追究した。

2. 研究方法

完新世の堆積物コアとして、川崎市川中島中学校で掘削された多摩川下流瀬れ谷の東京湾河口内湾堆積物である川崎 Loc.3 コア，および汽水湖である浜名湖で掘削された湖底堆積物である浜名湖 85-H1，85-H2 コアを用いた。

- 川崎 Loc.3 コア ：掘削地点海拔 — 0.58m
 ボーリングコア全長 — 43.75m
 深部（40.60m）の¹⁴C年代 — 10,510 ± 170年BP
- 浜名湖 85H-1 コア ：掘削点の水深 — 12m
 ボーリングコアの全長 — 16.75m
 深部（16.15m）の¹⁴C年代 — 7,140 ± 140年BP
- 浜名湖 85H-2 コア ：掘削点の水深 — 5m
 ボーリングコアの全長 — 41.72m
 深部（36.61m）の¹⁴C年代 — 9,720 ± 130年BP

完新世の詳細な古海水準・古気候の変動を知る方法として、上記の様な沿岸海洋堆積物に含まれる堆積有機物の炭素安定同位体比（¹³C/¹²C）およびC/N比の変化を追跡する方法〔1-3〕を用いた。そして、年代測定は貝化石と木片により少量試料で数多くの層準の年代を求める目的で名古屋大学アイソトープ総合センターの加速器質量分析計を用いて¹⁴C年代を求めた。

2-1. 年代測定

川崎 Loc.3 コアでは深度 9.82m から 40.60m の間で採取された17層準の貝化石と8層準のフミン質を、浜名湖 85H-1 では1層準の貝化石と1層準の木片を、85H-2 では7層準の貝化石と1層準の木片を用い、前処理と試料調製〔4-6〕を行った。尚、堆積

物中のフミン質を用いて求められた年代は信頼性が低いため、以後の議論には貝化石年代を用いることにした〔3〕。

^{14}C 年代測定以外に年代の指標となる火山灰層の同定を行なった。その結果、川崎 Loc.3 コアには鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah, 6,300年BP〔7〕)が、浜名湖 85H-1 コアには K-Ah 以外にカワゴ平パミス (KgP, $2,830 \pm 120$ 年BP, $3,250 \pm 70$ 年BP〔8〕)と大沢スコリア (Os, $3,040 \pm 50$ 年BP)が、85H-2 コアには K-Ah 火山灰が見出された。

試料は前処理後、すべて非晶質元素状炭素-銀粉ペレットとし、1.9MVのターミナル電圧で加速器質量分析により $^{14}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比を測定した。年代値の算出に当っては、 ^{14}C 半減期 5,570年を用いた〔4-6〕。

2-2. 堆積有機物の炭素安定同位対比 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $\delta^{13}\text{C}$) および C/N 比の測定

古気候・古海水準の変動を探るために、堆積物コア試料を 25cm 間隔で採取した。これらの試料について、前処理後 CO_2 として $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比を質量分析計 (Varian MAT CH-7) で測定した〔1〕。この安定同位体比は世界共通の標準試料 (PDB: $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} = 0.0112372$) の同位体比からの千分偏差(‰)で下のように表現する〔9〕。

$$\delta^{13}\text{C}(\text{‰}) = \frac{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{Sample}} - (^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{St.}}}{(^{13}\text{C}/^{12}\text{C})_{\text{St.}}} \times 1,000$$

また、これらの試料の C/N 比は酸処理後 CN コーダ (柳本 MT-500 型) により測定した〔1〕。

3. 結果と考察

少量試料を用いて、加速器質量分析による ^{14}C 年代測定により川崎・浜名湖両堆積物コアに関して、詳細な数多くの年代値を得ることができた。火山灰層準は川崎 Loc.3 コアで K-Ah (深度 17.75~18.10m)、浜名湖の 85H-1 コアで K-Ah (堆積物深度 14.25m)・KgP (堆積物深度 6.568m)・Os (堆積物深度 6.523m)、85H-2 コアで K-Ah (堆積物深度 9.00m) が確認され、今回得られた ^{14}C 年代値とよい整合を示した。

3-1. 正確な年代尺度

次に、正しい年代尺度を得るために、堆積速度の変遷を眺めてみる。表 1 および図 2, 3 に示したように、堆積速度は Holocene を通じて驚く程大きく変動するものと、殆んど一定のものがある。川崎 Loc.3 コアでは $0.046 \sim 3.0\text{cm}/\text{年}$ と 2 桁近い変動を、浜名湖の最深部 (水深 12m) の 85H-1 コアでは約 7,000年BP 以降 $0.20 \sim 0.25\text{cm}/\text{年}$ と一定値を示すが、水深の浅い (水深 5m) 85H-2 コアでは $0.078 \sim 1.8\text{cm}/\text{年}$ で大きく変動することが示された。これらの層厚別堆積速度を用いることにより、堆積物コアの各深度に対する正確な ^{14}C 年代尺度を求めた。

3-2. Mesoglaciation の確認

正確な ^{14}C 年代尺度を求めると同時に堆積物中の有機物の $\delta^{13}\text{C}$ と C/N 比から詳細な古海水準・古気候 (温度) の連続的な追跡を行なった (本冊子の中井信之・大石昭二「完新世の海水準・気候変動の地球化学的手法による研究」参照)〔1-3〕。 $\delta^{13}\text{C}$ 値・C/N 比と古環境の関係は次の通りである。

海水準	温度	$\delta^{13}\text{C}$ 値	C/N 比
高	高	大 (^{13}C 多)	小
低	低	小 (^{13}C 少)	大

堆積有機物の $\delta^{13}\text{C}$ 値, C/N 比は大きく変動し, 両者の間には期待した通り負の相関がみられた。そして, Holocene の間の変動を上記の様に示して求めた ^{14}C 年代尺度を用いて示すと図 4, 5 の如くである。ただし, 図 5 の浜名湖コアでは 85H-1 と 85H-2 の結果を ^{14}C 年代でつなぎ合わせ, 11,000 年 BP 以降現代までの変動パターンを示した。これらの図を見ると, 中井・大石(本冊子「完新世の海水準・気候変動の地球化学的手法による研究」)によって述べられた川崎 Loc.3 コアでみられた 6,500 年から 4,000 年 BP の間の最高海水準期(縄文最高海水準・最高温期), そして 3,500 年 BP 以降の海退・小氷期等は浜名湖コアにも同じパターンとして現われている。

ここで, 注目すべきことは Holocene 初期から最高海水準期に到達する 6,500 年 BP までの海水準上昇(温暖化)の途上で“寒の戻り”ともいふべき寒冷化, すなわち $\delta^{13}\text{C}$ 値の谷・C/N 比のピークが見出されたことである。さらに, この傾向は川崎 Loc.3, 浜名湖両コア共に示された。その ^{14}C 年代は前者で約 7,500 年 BP, 後者で約 7,000 年 BP である。両者の年代がほぼ一致すること, および最近の筆者等の矢作川河口堆積物コアの研究からも約 7,500 年 BP に同様の傾向が見られたことから, これは明らかに小規模な氷期と推定される。

また, 近年の大陸氷河活動の研究や北大西洋堆積物の研究から 7,000~8,000 年 BP 頃に寒冷な一時期があったとの報告がある〔10-11〕。しかしこれらの研究では local な現象であったか否かは不明であった。本研究で, 日本列島にも同時代に寒冷期があったとすると, この寒冷化は地球規模と考えられる。そして, この小氷期的寒冷期は Neoglaciation に対して, Mesoglaciation と呼ぶべきであろう。

4. おわりに

以上述べてきた様に, 堆積物コアの数多くの ^{14}C 年代値を求め正確な年代尺度を用いることにより, 7,000 年か 7,500 年 BP に日本列島にも小氷期があったことが確認された。そして, その結果この小氷期は地球規模の Mesoglaciation というべきものであったことがわかった。換言すると, 最終氷河期が終って以後完新世の海水準上昇・温暖化は一方的に進行したのではなく, 寒の戻りもある変化であったと結論された。この Mesoglaciation の確認は加速器質量分析による少量試料で数多くの ^{14}C 年代値が得られた結果の成果である。

参 考 論 文

- 〔1〕 中井信之・太田友子・藤澤 寛・吉田正夫, 第四紀研究, 2(1982)167.
- 〔2〕 Nakai, N., Proc. Japan Acad., 26(1986)279.
- 〔3〕 Nakai, N., Ohishi, S., Kuriyama, T. and Nakamura, T., Nucl. Instr. and Meth., B29(1987)288.
- 〔4〕 中井信之・中村俊夫, Radioisotopes, 32(1983)645.
- 〔5〕 Nakai, N., Nakamura, T., Kimura, M., Sakase, T., Sato, S. and Sakai, A., Nucl. Instr. and Meth., 233(B5)(1984)171.
- 〔6〕 Nakamura, T., Nakai, N., Sakase, T., Kimura, M., Ohishi, S., Taniguchi, M. and Yoshioka, S., Jpn. J. Appl. Phys., 24(1985)1716.
- 〔7〕 町田 洋・新井辰夫, 第四紀研究, 17(1978)143.
- 〔8〕 葉室和親, 火山, 第二集, 22(1977)277.
- 〔9〕 Craig, H., Geochim. et Cosmochim. Acta. 12(1957)133.

[10] Beget, J. E., *Geology*, 11 (1983) 389.

[11] Berger, W. H., Killingley, J. S. and Vincent, E., *Nature*, 314 (1985) 156.

表1 川崎 Loc.3 および 浜名湖 85H-1, 85H-2 堆積物コアの¹⁴C-年代と層厚別の堆積速度

[1] 川崎 Loc.3

Depth of horizons in sediment column (m)	¹⁴ C-Age of the horizon (Yr. BP)	Sedimentation rate (cm/Yr)
40.60~38.65	10,510~8,830	0.12
38.65~27.18	8,830~8,450	3.0
27.18~16.18	8,450~6,050	0.45
16.18~15.98	6,050~4,070	0.046
14.97~9.82	3,690~3,240	1.5

[2] 浜名湖

Depth of horizons in sediment column (m)	¹⁴ C-Age of the horizon (Yr. BP)	Sedimentation rate (cm/Yr)
85H-1		
16.15 ~ 5.989	7,140~3,080	0.25
5.989~0.00	3,080~ 0	0.20
85H-2		
36.61~29.84	9,720~7,470	0.30
29.84~9.00	7,470~6,300(K-Ah)	1.8
9.00~3.09	6,300(K-Ah)~5,500	0.74
3.09~1.90	5,500~3,980	0.078

K-Ah : Akahoya volcanic ash

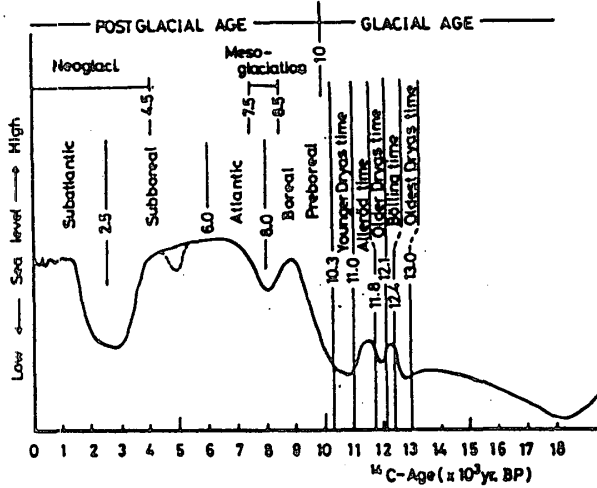
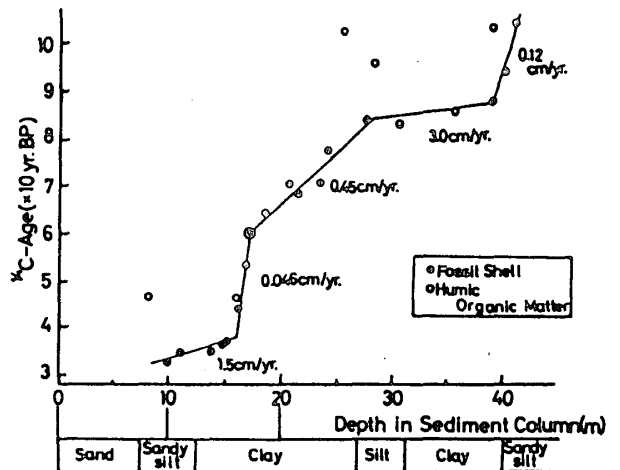


図1 最終氷期末期以降の氷河活動および花粉帯から推測される海水準変動。

図2 東京湾川崎市 Loc.3 コアの¹⁴C年代の堆積物深度による変化。



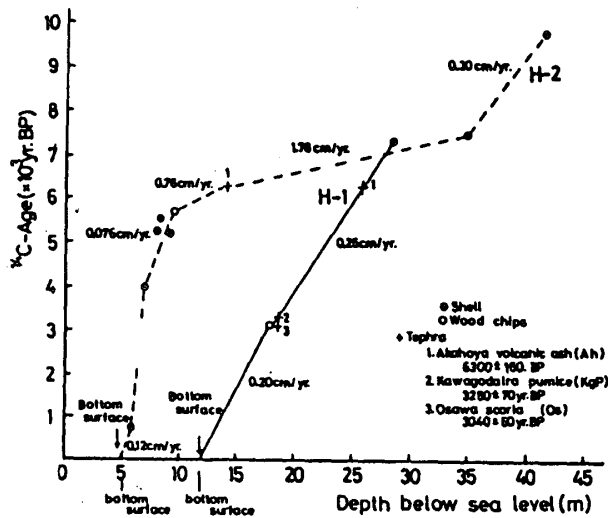


図3 浜名湖 85H-1, 2 コアの¹⁴C年代の堆積物深度による変化.

図4 東京湾川崎市 Loc.3 コアの堆積有機物 δ¹³C値およびC/N比の地質年代による変動.

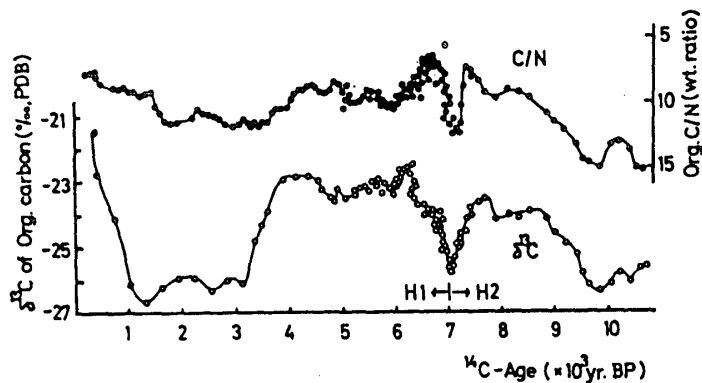
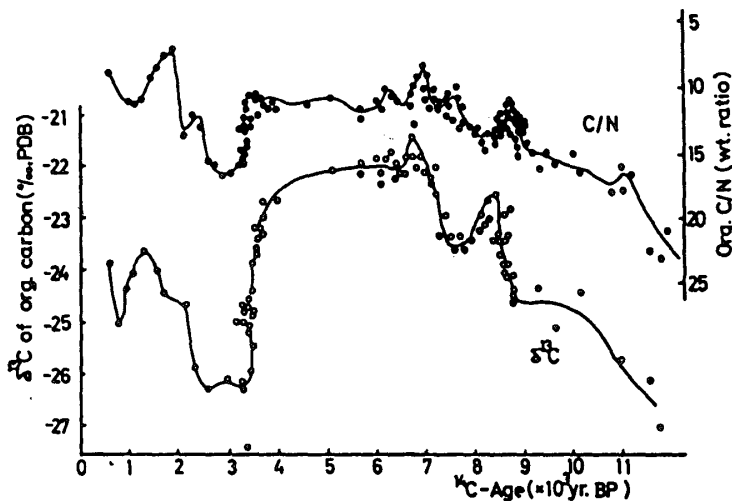


図5 浜名湖 85H-1, 2 コアの堆積有機物 δ¹³C値及びC/N比の地質年代による変動.