Report. 7~8.

古川博恭(1972) 濃尾平野の沖積層——濃尾平野の研究, その 1——. 地質学論集, (7), 39—59.

GEOLOGISCHEN LANDESAMT SCHLESWIG-HOLSTEIN(1971) *Geologische Landesaufnahme von Schleswig-Holstein*. 1621, Süderstapel.

HAGEMAN, D. B. P. (1964) *Blad Goeree en Overflakkee, Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland*

1 : 50,000, Geologische dienst.

池田俊雄 (1964) 東海道における沖積層の研究. 東北大学理学部地質学古生物学教室研究邦文報告, (60), 1—85.

井関弘太郎 (1975) 沖積層基底礫層について, 地学雑誌, **84**, (5), 247—264.

RIJKS, GEOLOGISCHE, DIENST (1971) *Blad Willemstad Oost* (43, 0), Haarlem.

更 新 世 の 海 面 変 動

成 瀬 洋*

Sea level changes during the Pleistocene

Yô NARUSE*

近年フィッシュン・トラック法やウラン系放射性元素による年代測定法の開発によって, 海成面や海成層の5万年以上の部分についての年代が続々測定されるようになった. また深海推削計画の進展とともに, 長い性状試料の数もふえ, 古地磁気層序と関連させて, 微化石群集や¹⁸O濃度の垂直変化がしらべられ, 古水温変化の様相も著しく明らかになった. これらの成果をふまえて, 更新世の海面変動の実態も着々と解明されつつある.

1. 更新世後期 (1万~13 万年前)

表1は, 大平洋・太平洋および地中海地域のおもな海

成面・海成層の年代である. これから, 3~4万年, 6万年, 8万年, 10万年, 12~13万年前に高海面期のあったことが推定されよう. これはカリブ海や熱帯太平洋の深海コアの石灰質堆積物からえられた $\delta^{18}\text{O}$ 曲線 (EMILIANI, 1966; SHACKLETON and OPDYKE, 1973) のピークとも一致している. またこれらの高海面期の古気候については, 日本の資料では, 伊丹層・下末吉層中の動植物化石の示す古気候が, 現在と大差なかったことが知られている (HUZITA and MAEDA, 1971; 関東ローム研究グループ, 1965), New Guinea や Barbados の隆起サンゴ礁地域では, 造礁サンゴが段丘面をおおって広く成

表 1 更新世後期の海成面・海成層の年代 (y. B. P.)

日 本		New Guinea ³⁾	Barbados ⁴⁾	Morocco ⁵⁾ & Senegal ⁶⁾	Mallorca ⁷⁾
本	州 ¹⁾ 琉 球 ²⁾				
伊 丹 面	29,800 32,700	40,000 45,000	III b 面 41,000	31,000	
三 崎 面	60,000	55,000 70,000	IV 面 61,000	0 面 60,000	
小原台面	80,000		V 面 85,000	I 面 82,000	Y ₃ 88,000
引 橋 面	100,000	90,000 100,000	VI 面 107,000	II 面 105,000	Y ₂ 105,000
下末吉面	120,000 130,000	120,000 130,000	VII 面 118,000 142,000	III 面 125,000	Y ₁ 125,000
				110,000 140,000	

1) Huzita & Maeda (1971), 町田, 鈴木 (1971), 2) Konishi *et al* (1970), 小西, 須藤 (1972), 3) Bloom *et al* (1974), 4) James *et al* (1971), Broecker *et al* (1968), Mesolella *et al* (1969), 5) Stearns & Thurber (1965), 6) Michel (1969), 7) Butzer (1975).

* 大阪経済大学, Osaka University of Economics.

育した水温の高い時期にあたっている (MATTHEWS, 1972). 一方この時期の泥炭層や湖成堆積物の花粉分析から知られる古気温についても、たとえばオランダでは、29,000 y. B. P. の Denekamp Interstadial, 37,000~39,000 y. B. P. の Hengelo Interstadial が知られているが (HAMMEN *et al.*, 1967), これらは3~4万年前の高海面期に対応するものであろう。より古い Interstadial としては、年代は確かではないが、Odderade (60,000 65,000 y. B. P.), Brörup (70,000~80,000 y. B. P.) および Amersfoot (85,000 y. B. P.) があり (HAMMEN *et al.*, 1971), おそらく6万年, 8万年あたりの高海面期に対応するものとみられる。こうしてみると、上述の更新世後期の5回の高海面期は、温暖期に一致することから、氷河性海面変動によるものとみて差支ないであろう。そのうち12~13万年前の高海面は、後氷期のそれに匹敵またはそれを上まわるもので、これによってもたらされた段丘面は、世界の海成段丘面中もっとも発達がよく、分布も広い。なお天文学的原因による日射量変化の極大期と高海面期とがよく対応すること、とくに地球公転軌道の離心率の変動が気候変化とよく対応するという説がある (MESOLELLA *et al.*, 1969).

2. 更新世中期 (13万~70万年前) および前期 (70万年前以上)

更新世中期の海成面や海成層の年代は、New Guinea や Barbados, Mallorca でサンゴや貝殻中のウラン系放射性同位体を使った年代測定値がいくつかあり、日本ではフィッシュン・トラック法や ^{230}Th 法によるテフラの年代値資料がある。またこれらを手がかりにして、堆積速度や地殻変動速度から、いくつかの海成面や海成層の年代も推定されている (町田ほか, 1974; 成瀬, 1974; 石田, 1970)。これらをまとめたものが表2で、これから約20万年前前後に高海面期の存在したことは確実である。岡 (1970) も世界の諸地域の海成層の年代値を整理して、20万年海進を推定している。これは EMILIANI (1955) の ^{18}O stage の7に相当するものであろう。このほか表2から、30万年, 35万年, 40万年, 50万年前ごろにも高海面期があった可能性があるが明瞭でない。一方近年熱帯太平洋の深海コアの ^{18}O 分析と古地磁気編年から、Brunhes 期の中に8つの寒暖のサイクルのあることが明らかにされた (SHACKLETON and OPDYKE, 1973)。 ^{18}O 濃度がむしろ陸水の消長にかかわっているとすれば (SHACKLETON, 1975), Brunhes 期に8回の氷河性海面変動のサイクルがあったことになる。さいきん

表2 更新世中期の海成面・海成層の年代
($\times 10^3$ y. B. P.)

日	本		Barbados ³⁾	Mallorca ⁴⁾
	南 関 東 ¹⁾	大 阪 ²⁾		
七国峠面 180		Ma10 200	IV 面 $\begin{cases} 170 \\ 200 \\ 230 \end{cases}$	X1 $\begin{cases} 190 \\ 220 \end{cases}$
舞岡面 230				
おし沼面 270		Ma 9 300	250~360ft 面	W4 250<
280				
雑色面 350		Ma 8 350	350	
港南面 400		Ma 7 400		
		Ma 6 500	500~600ft 面 $\begin{cases} 480 \\ 700 \text{ ft 面} \\ 660 \end{cases}$	
		Ma 5 660		

- 1) 町田ほか (1974), 2) 石田 (1970) その他,
3) Mesolella *et al* (1969), Broecker & Donk (1970), Beuder *et al* (1973), 4) Butzer (1975)

更新世に Scandinavia と Alps の氷河のフロントにはさまれたチエコスロバキアとオーストリアの河成段丘上のレス-土壌層序の中に、やはり Brunhes 期にあたる部分に8つの glacial cycle が見出され、上記 ^{18}O cycle に対比された (KUKLA, 1975)。日本では、横浜付近の相模層群の中に、互に不整合で重なり、海成層にはじまって、風成の多摩ローム層に移るいくつかのサイクル層と、それがつくる地形面が発見されたが (関東第四紀研究会, 1974; 町田ほか, 1974), これは上記更新世中期の氷河性海面変動に関連するものであろう。またこの時期にあたる大阪層群上部には、Ma 3~Ma 10 で表わされる8つの海成非海成のサイクル層が知られている。これも氷河性海面変動による可能性が考えられる (成瀬, 1965)。

氷河性海面変動の振幅が著しくなったのは、おそらく氷河更新世 (glacial pleistocene) になってからであろう。そのはじめは世界的にみて、100万年前前後と推定される。オランダの花粉層序によれば、Jaramillo 事件 (110万年前) ごろから寒暖の振幅が大きくなり、著しい寒冷期が出現するようになった (ZAGWIJN, 1975)。北太平洋の深海コアの珪藻分析の結果でも、Jaramillo 事件と Matuyama/Brunhes 境界の間で、古水温の著しい変動と減少がはじまっている (KOIZUMI, 1975)。ちなみに Günz 氷期のはじめは80~90万年前と考えられている (KUKLA, 1975)。大阪層群の層序の中で、Ma 0 や Ma 1 の海成相が出現するのも約100万年前後であるこ

と,上記のことからと考え合わせて興味深い問題である。

引用文献

- BENDER, M. L., TAYLOR, F. T. and MATTHEWS, R. K. (1973) Helium-Uranium dating of corals from middle Pleistocene Barbados reef tracts. *Quaternary Research*, **3**, 142—146.
- BLOOM, A. L., BROECKER, W. S., CHAPPELL, J. M. A., MATTHEWS, R. K. and MESOLELLA, K. J. (1974) Quaternary sea level fluctuation on a tectonic coast: New $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dates from the Huon Peninsula, New Guinea. *Quaternary Research*, **4**, 185—205.
- BROECKER, W. S., THURBER, D. L., GODDARD, J., KU, T. L., MATTHEWS, R. K. and MESOLELLA, K. J. (1968) Milankovitch hypothesis supported by precise dating of coral reefs and deep-sea sediments. *Science*, **159**, 297—300.
- BROECKER, W. S. and VAN DONK (1970) Insolation changes, ice volumes, and the O^{18} record in deep-sea cores. *Rev. Geophysical and Space Physics*, **8**, 169—198.
- BUTZER, K. W. (1975) Pleistocene littoral-sedimentary cycles of the Mediterranean basin: A Mallorquin view, in "After the Australopithecines" (BUTZER, K. W. and ISAAC, G. L. ed), 25—71.
- EMILIANI, C. (1955) Pleistocene temperatures. *J. Geol.*, **63**, 538—578.
- EMILIANI, C. (1966) Paleotemperature analysis of Caribbean cores P 6304-8 and P 6304-9 and a generalized temperature curve for the past 425,000 years. *J. Geol.*, **74**, 109—126.
- HAMMEN, van der T., MAARLEVELD, G. C., VOGEL, J. C. and ZAGWIJN, W. H. (1967) Stratigraphy, climatic succession and radiocarbon dating of the last glacial in the Netherlands. *Geol. Mijbouw*, **46**, 79—95.
- HAMMEN, van der T., WIJNSTRA, T. A. and ZAGWIJN, W. H. (1971) The floral record of the late Cenozoic of Europe, in "The late Cenozoic glacial ages" (TUREKIAN, K. K. ed), 391—424.
- HUZITA, K. and MAEDA, Y. (1971) Itami terraces, with special reference to the late Pleistocene transgression in Japan. *J. Geosci. Osaka City Univ.*, **14**, 53—70.
- 石田志朗 (1970) 大阪層群—淡水・内海成互層の下部洪積統一. 第四紀研究, **9**, 101—112.
- JAMES, N. P., MOUNTJOY, E. W. and OMURA, A. (1971) An early Wisconsin reef terrace at Barbados, West Indies, and its climatic implications. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **82**, 2011—2018.
- 関東第四紀研究会 (1974) 横浜付近の第四系に関する諸問題 (1)(2). 地球科学, **28**, 155—171, 218—235.
- 関東ローム研究グループ (1965) 関東ローム—その起源と性状—. 築地書館.
- KOIZUMI, I. (1975) Diatom event in late Cenozoic deep-sea sequences in the north Pacific. *J. Geol. Soc. Japan*, **81**, 567—578.
- KONISHI, K., SCHLANGER, S. O. and OMURA, A. (1970) Neotectonic rates in the central Ryukyu Islands derived from ^{230}Th coral age. *Marine Geology*, **9**, 207—223.
- 小西健二・須藤 研 (1972) 琉球から台湾まで. 科学, **42**, 221—230.
- KUKLA, G. J. (1975) Loess stratigraphy of Central Europe. in "After the Australopithecines" (BUTZER, K. W. and ISAAC, G. L. ed), 99—188.
- 町田 洋・鈴木正男 (1971) 火山灰の絶対年代と第四紀後期の年代—フィッシュン・トラック法による試み—. 科学, **41**, 263—270.
- 町田 洋・新井房夫・村田明美・袴田和夫 (1974) 南関東における第四紀中期テフラの対比とそれに基づく編年. 地学雑誌, **83**, 302—338.
- MATTHEWS, R. K. (1972) Dynamics of the ocean-cryosphere system: Barbados data. *Quaternary Research*, **2**, 368—373.
- MESOLELLA, K. J., MATTHEWS, R. K., BROECKER, W. S. and THURBER, D. L. (1969) The astronomical theory of climatic changes, Barbados data. *J. Geol.*, **77**, 250—274.
- MICHELL, D. (1969) Chronologie du Quaternaire des bassins des fleuves Senegal et Cambie. in "Etude sur le Quaternaire dans le Monde", (VIIIe congrès INQUA), 1, 49—61.
- 成瀬 洋 (1965) 海水準変化の諸問題, 第四紀研究, **4**, 83—94.
- 成瀬 洋 (1974) 西南日本太平洋岸地域の海岸段丘に関する 2, 3 の考察. 大阪経大論集, 99 号, 89—126.
- 岡 義記 (1970) Late Pleistocene の海面変化に関する諸問題, 地理科学, No. 14, 11—21.
- SHACKLETON, N. J. (1975) The stratigraphic record of deep-sea cores and its implications for the assessment of glacial, interglacial, stadial, and interstadial in the mid-Pleistocene. in "After the Australopithecines" (BUTZER, K. W. and ISAAC, G. L. ed), 1—24.
- SHACKLETON, N. J. and OPDYKE, N. D. (1973) Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28—238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10^5 year and 10^6 year scale. *Quaternary Research*, **3**, 39—55.
- STEARNS, C. E. and THURBER, D. L. (1965) $\text{Th}^{230}\text{-U}^{234}$ dates of late Pleistocene marine fossils from Mediterranean and Moroccan littorals. *Quaternaria*, **7**, 29—42.
- ZAGWIJN, W. H. (1975) Variations in climate as shown by pollen analysis, especially in the Lower Pleistocene of Europe. in "Ice ages: ancient and modern" (WRIGHT, A. E. and MOSELEY, F. ed), 137—152.