

総 説

日本における完新世相対的海面変化とそれに関する問題¹⁾

——1980～1988 における研究の展望——

太田 陽子²⁾・海津 正倫³⁾・松島 義章⁴⁾

Recent Japanese Research on Relative Sea Level Changes
in the Holocene and Related Problems¹⁾

——Review of Studies between 1980 and 1988——

Yoko Ota²⁾, Masatomo Umitsu³⁾ and Yoshiaki Matsushima⁴⁾

This paper reviews studies conducted between 1980 and 1988 on relative sea level changes and coastal evolution during the Holocene in Japan. The Japanese Working Group of IGCP Project 200, on "late Quaternary sea level changes," compiled the two-volume "Atlas of Sea Level Records in the late Quaternary in Japan" in 1987, which included materials related to this topic, based on papers published since 1980. The group also compiled the "Middle Holocene Shoreline Map of Japan (1 : 200,000), which demonstrated the location of the middle Holocene shoreline with numerous data on height and radiocarbon age representing the sea level of that stage, and with 15 insets, considered to be typical examples of various types of study. Numbers of papers by year in terms of research field and study area are summarized in Figs. 1 and 2. Several review papers on sea level study have been also published in the last several years, in addition to local studies.

Relative sea level curves published in the past 10 years are shown in Fig. 3. The curve patterns show noticeable local or regional differences, reflecting tectonic factors with a different amount and character in each area. Some areas characterized by a rather late culmination age of the postglacial transgression contrast with most of the Japanese coast, which has a culmination age of ca. 6,000 to 6,500 y.B.P. Two minor fluctuations of Holocene sea level which were pointed out by Ota *et al.* (1982), have been recognized in several areas; a eustatic origin for such fluctuation is most likely, judging by the nearly coincident occurrence of climatic fluctuation revealed by pollen analyses, molluscan assemblage analyses and submarine core data.

The following topics are discussed in particular detail in this paper: 1) Progress of excavation on the Holocene lowland and coral reefs, in order to obtain systematic samples for identification of marine limits and samples for analyses of various fossils and for dating. 2) Holocene marine terrace study with special reference to coseismic uplift and volcanic activity. 3) Identification of the former sea level on the rocky coast. Barnacles and tube worms (*Pomatoleios kraussii*) as sea level indicators are discussed, including problems with accuracy of radiocarbon dating. 4) Problems concerning the recognition and accuracy of former shorelines in the large alluvial plain. 5) The significance of small drowned valleys as a suitable field for the reconstruction of sea level change. 6) Climatic fluctuation during the Holocene, with relation to sea level fluctuation. 7) Increased overseas studies on Holocene sea level change by Japanese scientists.

1) 1989年3月31日受付。1989年10月7日受理。

2) 横浜国立大学教育学部地理学教室 Department of Geography, Yokohama National University.

3) 名古屋大学文学部地理学教室 Department of Geography, Nagoya University.

4) 神奈川県立博物館 Kanagawa Prefectural Museum.

I. はじめに

筆者らは、先に IGCP Project 61 (最近 15,000 年間の海面変化) の一環として、*Atlas of Holocene Sea Level Records in Japan* (OTA *et al.* eds, 1981) をまとめ、それを資料として 1980 年までの日本における完新世海面変化研究の展望を行った (太田ほか, 1982)。1987 年には、IGCP Project 61 を引き継いだ Project 200 (第四紀後期の海面変化) が終了するので、日本のワーキンググループとして従来の研究を総括する必要がある、前記のアトラス編集以降の文献および、さらに時代幅をひろげて第四紀後期の海岸線に関する文献をも含めて、新しいアトラスを作成することになった。その結果、2 冊、計 1,000 ページ余りに達する膨大なアトラス (OTA *et al.* eds., 1987 a, b) が、多数の研究者の協力により完成した。

一方、当時、日本で初めての「第四紀地図」(日本第四紀学会編, 1987) を作成するために多数の研究者が協力しており、筆者らもその一部として日本の海岸線に関する資料を収集していた。しかし、100 万分の 1 という縮尺の地図に第四紀に関するさまざまな現象をまとめるため、集めた膨大な資料の一部しか、「第四紀地図」に含めることができなかった。そこで集めた資料を有効に使うために、上記のアトラスに加えて、*Middle Holocene Shoreline Map of Japan* (200 万分の 1) を作成することにした。この図 (以下では、「海岸線図」と略称する) は、いわゆる縄文海進高頂期の海岸線と古環境をまとめたものであるが、その基礎としての海面を指示すると思われる年代資料 (^{14}C 年代、その試料の種類、高度など) のほとんどすべてを図上に示した点に特色があり (太田ほか, 1988. 上記の海岸線図はこの論文の付図としても添付されている)、このスケールで詳細な資料を含めた図としては、日本で初めてのものであろう。海岸線図は、上記のアトラスとともに、1987 年にカナダで開かれた IGCP Project 200 および INQUA の会議の際に展示され、好評を得た。

これらのアトラスおよび海岸線図により、現時点までの研究成果を把握することができる。とくに、海岸線図は、縄文海進高頂期以降の地殻変動、当時の環境などの地域差や、研究の粗密などの地域差を明確に示しており、現時点での研究の成果を展望するのに大変有効である。本稿は、このようなアトラスや海岸線図の作成の過程を通して得られた 1980 年から 1988 年までの完新世相対的海面変化およびそれに関連する諸問題をまとめたものである。とくに、太田ほか (1982) に述べられた論

点を考慮しつつ、最近の研究の進歩のあとを探ってみたい。いうまでもなく、変動帯に位置する日本列島においては、ユースタティックな海面変化を求めることはまだ困難で、量と様式を異にする地殻変動との和としての相対的海面変化が地形や地層に記録されている。したがって、本稿ではユースタティックな海面変化に加えて、海岸地域の発達を考えるにあたって無視できない地殻変動と関係する相対的海面変化に関する展望を多く含んでいる。以下で“海面変化”という場合には、相対的海面変化を含んでいることに留意されたい。なお、本稿では海底に関しては取り扱わない。

II. 1980 年以降の海面変化研究の推移と研究対象地域

1. 1980 年以降の海面変化研究の推移

図 1 は、1980 年から 1988 年までに発表された研究の年度別数を、太田ほか (1982) の Fig. 1 に追加したものである。なお、1980 年までの研究で、この図に収録されていなかったものも追加してある。さらに、1980 年以降については、上記文献の A: 海面変化曲線、B: 海面変化と関係した地形発達、古環境など、C: 完新世の海水準と関係する ^{14}C 年代資料、のほかに、D: 完新世の海水準と関係する総合研究や調査報告、E: 完新世海面変化研究の展望、の 5 分野に分けて取り上げている。この図から、1980 年以降という短期間にもかかわらず、研究数が確実に増加していることがわかる。

年代資料が得られるようになった 1960 年以降 1980 年までの研究の傾向は、太田ほか (1982) によって 2 期に分けられている。第 1 期は 1960 年から 1971 年にかけての期間で、 ^{14}C 年代資料を使用して、完新世の海面変化曲線が描かれるようになった時代である。第 2 期は 1972 年から 1980 年までの期間で、海岸平野に関する研究数が増え、海面変化に関する論文数も飛躍的に増加した。 ^{14}C 年代資料の増加とともに、個々の地域ごとの海面変化曲線が描かれるようになり、第 1 期の研究活動開花の時代から発展の時代に入った。これは、1974 年に始まった IGCP Project 61 を受け、1978 年に国内ワーキンググループが活動を始めたことと関係している。1980 年以降の研究は、1982 年まで行われた IGCP Project 61 と、引き続いて行われた IGCP Project 200 との関係をもって進められている。とくに、1983 年には IGCP Project 200 の最初の国際会議が日本で開かれた。

このような完新世海面変化研究に関する動向から、日本における海面変化の時代的推移をみると、太田ほか

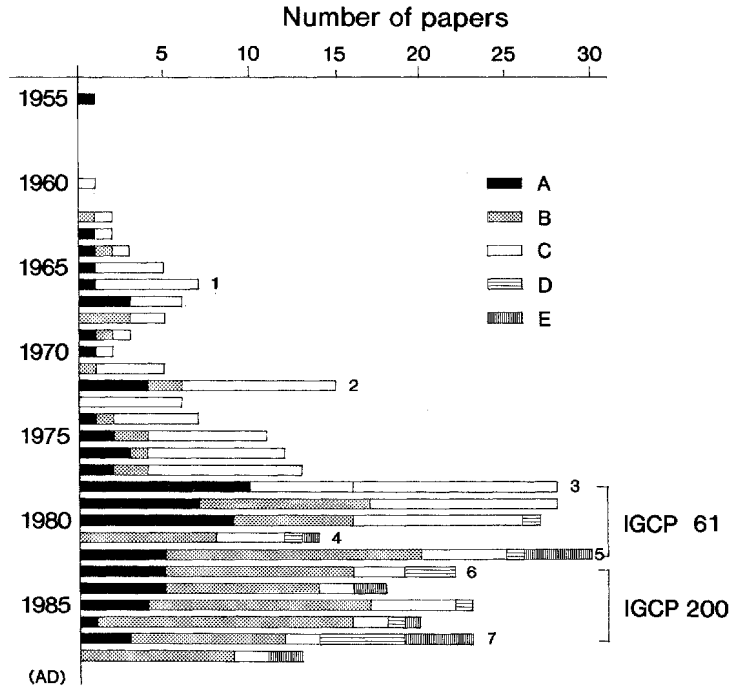


図1 完新世の海面変化，古環境などに関する論文数の年次別変化

A: 海面変化曲線 B: 古環境，発達史 C: ^{14}C 年代 D: 科学研究費報告書 E: 展望，などに関連するもの
1~7 は海面変化研究と関連する主要なできごと

1. 第四紀研究“沖積層特集号”(vol. 5, no. 3)の発行 2. 地質学論集“日本の海岸平野”の発行 3. 地理学評論“完新世海面変化特集号”(vol. 51, no. 2)の発行 4. “Atlas of Holocene Sea Level Records in Japan”の発行 5. 第四紀研究“最終氷期以降の海水準変動とそれをめぐる諸問題特集号”(vol. 21, no. 3)の発行 6. International Symposium on Coastal Evolution in the Holoceneの開催 7. Atlas of Late Quaternary Sea Level Records in Japan (vol. 1 and 2)およびMiddle Holocene Shoreline map of Japanの発行

Fig. 1 Number of papers on the Holocene sea level records in Japan by year

A: papers including sea level curve, B: those discussing paleoenvironments and geomorphological history, C: those mainly related to ^{14}C dates, D: reports for grant-in-aid, F: review papers

1~7. Important events for Holocene sea level study in Japan

1. Publication of special issue on “Post-glacial deposits” (*The Quat. Res. Japan*, 5), 2. Publication of “Coastal Plain of Japan” (*Mem. Geol. Soc. Japan*, 7), 3. Publication of special issue on “Holocene Sealevel Change” (*Geogr. Rev. Japan*, 51), 4. Publication of “Atlas of Holocene Sea Level Records in Japan” (IGCP 61 Working Group), 5. Publication of special issue on “Sea Level Changes since the Late Pleistocene in the Japanese Islands and the Related Problems” (*The Quat. Res. Japan*, 21), 6. International Symposium on Coastal Evolution in the Holocene (Tokyo), 7. Publication of “Atlas of late Quaternary Sea Level Records in Japan (two volumes and “Middle Holocene Shoreline Map of Japan” (IGCP 200 Working Group)

(1982)の2期の区分より，研究成果の内容から改めて3期に再区分した方が適切である。すなわち，第1期が1960年から1977年までの期間，第II期が1978年から1982年のIGCP Project 61の実施された期間，第III期が1983年から1988年までのIGCP Project 200の行われた期間に分けられる。

この第II期と第III期の研究内容を見ると，海面変化曲線そのものの数は減少しているが，海面変化に関する研究は急激に活発となっている。それを反映して，他分野の研究者との総合研究も活発に進められている（井関ほか，1982；太田ほか，1985など）。さらに，海面変化研究の成果が数多く得られたことにより，その研究の

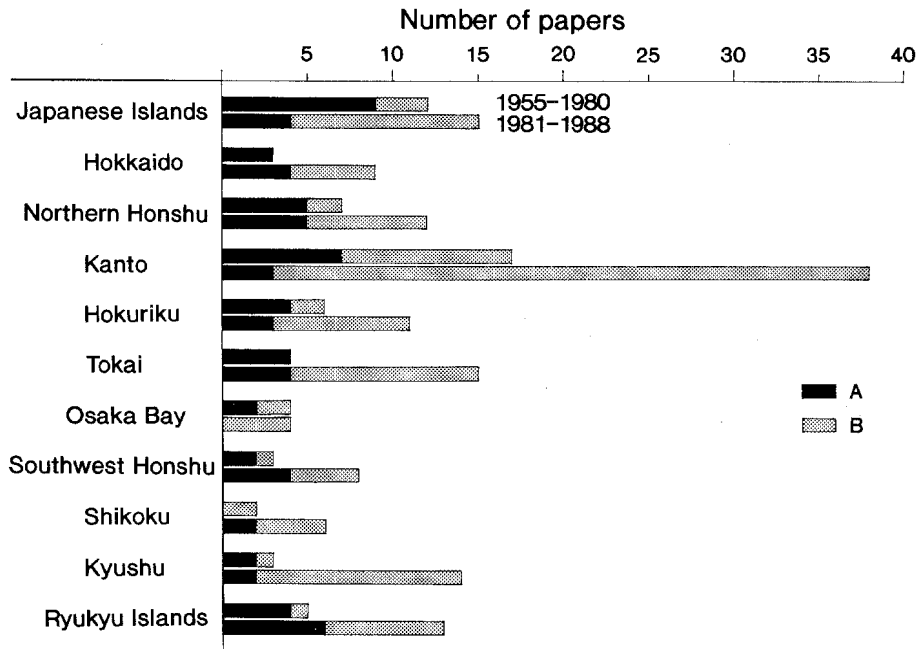


図2 完新世の海面変化および古環境に関する論文の対象地域別数

A: 海面変化曲線を含むもの B: 古環境, 発達史に関するもの

Fig. 2 Number of papers on the Holocene sea level records in Japan by area

A: papers including sea level curves, B: those discussing paleoenvironment and geomorphic history

展望や総括も行われるようになった (NARUSE, 1981; NARUSE and OTA, 1984; YONEKURA and OTA, 1986; OTA, 1987; OTA and MACHIDA, 1987 など)。

さらに, YOSHIKAWA ed. (1987) により太平洋・インド洋地域の第四紀海岸線資料集が編集され, 日本列島における完新世海岸線資料も数多く収録されている。

2. 1980年以降の海面変化研究の地域的特色

海面変化研究の地域的特色を概観する(図2)。

北海道では, オホーツク海沿岸から道東海岸で新たに多くの研究が始まり(松島, 1982 a, b; 前田, 1984 など), とくに堆積物の総合的な分析により, 海成層の上限, 古環境の変遷 (SAKAGUCHI *et al.*, 1985; IHIRA *et al.*, 1985; 前田ほか, 1986 など) や, 海進最頂期以降の小変動がいくつかの地点で明らかにされた(海津, 1983; 平井, 1987)。さらに, 日本海側では奥尻島の海成段丘の研究(三好ほか, 1985)も行われた。

東北地方では, 従来は仙台平野と津軽平野がおもな研究地域であったが, 1980年以降は対象地域が庄内平野(有賀, 1984; 米地ほか, 1985), 秋田平野(白石・柴田, 1986 など)の日本海側や三陸海岸の陸前高田平野

(千田ほか, 1984)に拡大した。さらに, 仙台平野, 石巻平野, 青森平野, 秋田平野などに分布する数列の砂堆の発達から, 6,000年前以降の詳しい海面変化が明らかにされた(松本, 1984; MATSUMOTO, 1985)。

関東地方では, 東京湾沿岸を中心に小規模な溺れ谷を対象とした研究が多く, 各種生物群集の変遷に伴う海成層上限の認定や, 地形発達史, さらに古地理の復元が行われた(遠藤・関本, 1981; FRYDL, 1982; 辻ほか, 1983; 太田ほか, 1985; 安藤, 1986; 安藤ほか, 1987; 遠藤ほか, 1987 など)。房総・三浦・大磯丘陵などの完新世海成段丘の発達地域では, その形成や変位についての研究が行われ, 隆起量の地域差が明らかにされた(石橋ほか, 1982; 松島, 1984 b; KUMAKI, 1985 など)。さらに, これまでほとんど利用されていなかった潮間帯に生息するヤッコカンザシを指標とした旧汀線の認定の研究(茅根ほか, 1987; 西畑ほか, 1988)も始まった。

東海地方では, これまで研究が行われていなかった伊豆半島から浜名湖(池谷ほか, 1985)まで, 研究地域が拡大している。とくに伊豆半島では, 海面変化曲線は, 最頂期が約3,000年前と他の地域とは異なるカーブを

示している(太田ほか, 1986). 駿河湾沿岸では, 松原による一連の研究があり, 沖積低地の詳しい地形発達史が明らかにされている(松原, 1984; 松原ほか, 1986; MATSUBARA, 1988). 名古屋港の総合研究では, 中井ほか(1982)による ^{13}C , C/N比, $\delta^{13}\text{C}$ の分析, FeS_2 の分析などの地球化学的手法が用いられており, 新しい研究分野が展開した.

北陸地方では, 能登半島と富山湾の成果がさらに増加した中で, 入善沖の埋没林の発見は縄文海進直前の低海面の位置を知る上で意義深い(NASU *et al.*, 1983; FUJII *et al.*, 1986). また, 松浦(1985)による海成沖積層の貝化石の変遷に関する研究も行われている.

大阪湾沿岸地域では, 前田ほか(1982)が各種生物群集および化学分析による海成層上限の認定について, 梶山・市原(1986)は地質・古生物, ^{14}C 年代資料に考古学資料を加えて大阪平野の詳しい地形発達史を明らかにしている.

瀬戸内・山陰の中国地方では, 広島平野を中心とした瀬戸内海沿岸での研究(藤原編, 1986)が行われ, いくつかの地点で縄文海進時の海面高度が明らかにされた(白神, 1983, 1985など)が, 山陰地方では目立った成果は得られていない.

四国では, 海面変化に関する研究はほとんど進展していない. その中で室戸岬と足摺岬では, ヤッコカンザシを指標とした海成段丘の形成年代と地殻変動の研究が行われている(甲藤・阿子島, 1980; 前空, 1988a, b).

九州では, 全域的に研究地域が拡大した. 福岡の糸島低地帯では下山ほか(1984, 1986), 大分では千田(1985, 1987)による研究, 南九州では海成層中に火山灰層が介在しており, 火山灰層は ^{13}C 年代資料とともに地形発達史, さらに古環境の復元に貴重な資料となっている(森脇ほか, 1986).

琉球列島では, 研究地域がさらに拡大して, 多くの島で相対的海面変化曲線が描かれるまでになった(KOBA *et al.*, 1982; DELIBRIAS and PIRAZZOLI, 1983; PIRAZZOLI and DELIBRIAS, 1983など). また, 海岸にはノッチ地形が発達しており, その高度分布から海面変動や地殻変動が明らかにされている(河名・西田, 1980; KAWANA and PIRAZZOLI, 1985; OTA *et al.*, 1985など).

このように, 地域的な研究資料が増加・蓄積するのに伴い, 全国的視野での研究も進展した. 沖積低地の地形発達史(海津, 1981a, b), 海岸平野の砂堤列(MORIWAKI, 1982)や砂丘(成瀬, 1982; ENDO, 1986)の形成と海面変化などが論じられている. 古環境の変遷については, 貝類群集(松島, 1984a), 珪藻群集(鹿島,

1986)などの研究がある.

なお, 本稿による研究展望の対象時期をはずれるが, 平井(1989)は, 沿岸に分布する海跡湖において, 海進最頂期以降の湖水準変動の証拠を検出し, そこから海水準微変動を推論し論じている. これは, 海進最頂期以降の海水準変動を解明するのに, 新しい方向を示すものといえよう.

III. 相対的海面変化曲線の検討

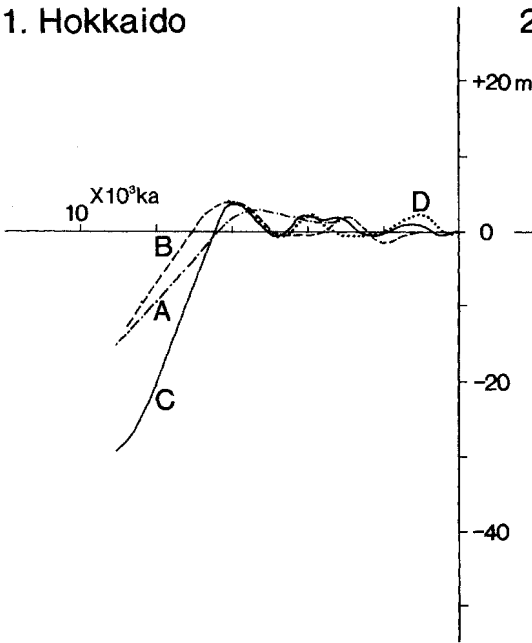
1. 完新世における最高海面の高さと年代

1980年以降に発表された海面変化曲線を5つの地域にまとめ(図3), これらの曲線によって示された完新世の高海面および低海面の高さと年代を表1に整理した. なお, とくに補正值が示されているものを除いて, これらの海面変化曲線や海面の高度はいうまでもなく相対的なものである.

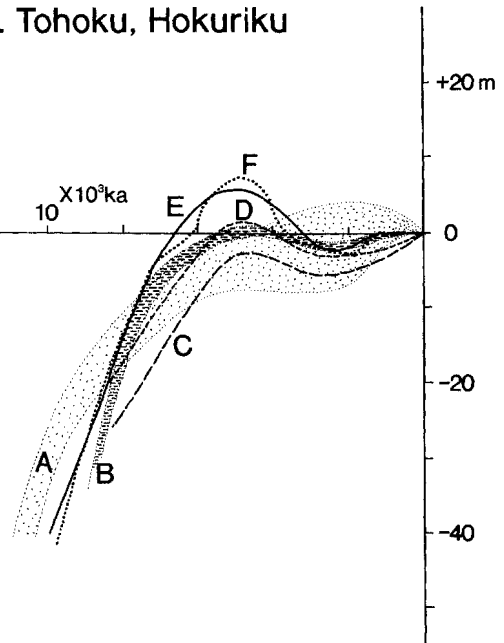
完新世における海面高頂期は, 1980年以降に発表された海面変化曲線でも, 多くが6,000年前頃を中心とする時期に集中している. 太田ほか(1982)は, 地殻変動の地域差によって海面高頂期の年代に若干の地域差が認められるとし, 南関東から西南日本外帯, さらに琉球にかけての隆起量の大きい地域では比較的古い時期に, 隆起量が小さいか, 比較的安定している北海道, 津軽, 濃尾平野, 東京湾, 有明海などの地域では, やや新しい時期に高頂期がみられることを指摘した. このような傾向は, 1980年以降に示された海面変化曲線についてもほぼ認められる. すなわち, 房総半島(FRYDL, 1982), 古夷隅湾・古押切湾(ENDO *et al.*, 1982), 鹿児島湾沿岸(森脇ほか, 1986)などの著しい隆起地域では, 高頂期が6,000年前頃, あるいはそれ以前に認められるのに対し, 東北地方の諸平野(千田ほか, 1984; 松本, 1984)や北陸(藤井・藤, 1982; FUJI, 1987), 大阪湾(前田, 1980)などの地域では, 5,000~5,500年前頃を中心とする時期に高頂期が出現している.

このように, 隆起地域において高頂期がやや古くなることは, 隆起地域の実測値から描かれた海面変化曲線と地殻変動の影響を捨象して補正された海面変化曲線との比較によっても示される. すなわち, ENDO *et al.* (1982)は, 房総半島の夷隅川下流部にみられた古夷隅湾と, 相模湾に面した古押切湾とにおける相対的海面変化曲線を描き, さらに地殻変動の影響を補正した海面変化曲線を示した. 古夷隅湾における高頂期は, 前者が約6,500~7,000年前頃であるのに対して, 後者は約6,000年前頃となり, 古押切湾でも前者が約6,200年前頃であるのに対して, 後者は約5,800年前と若干若くな

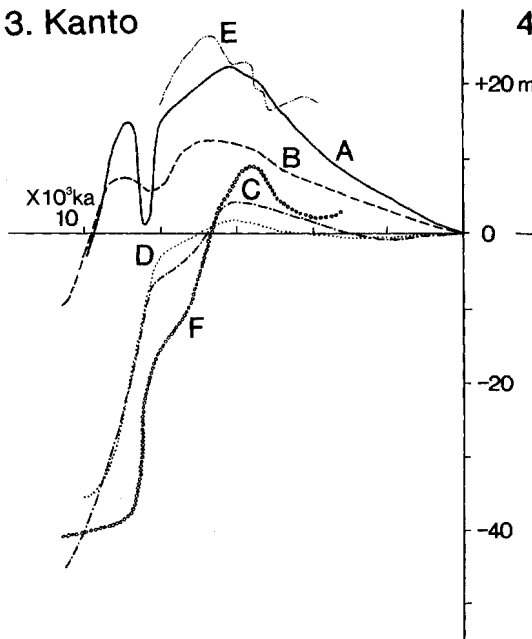
1. Hokkaido



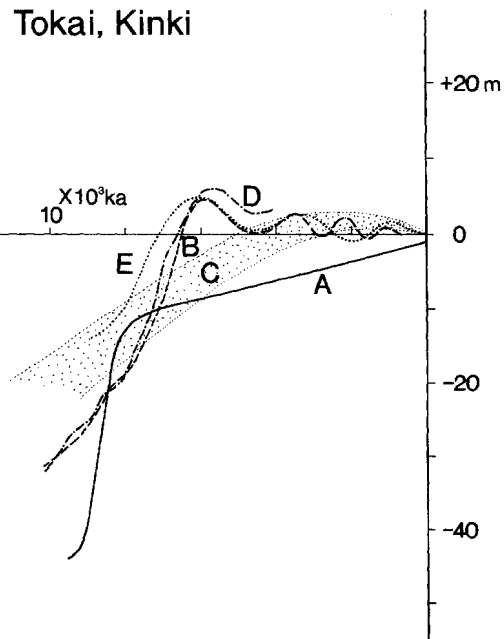
2. Tohoku, Hokuriku



3. Kanto



4. Tokai, Kinki



5. Kyushu, Ryukyu Islands

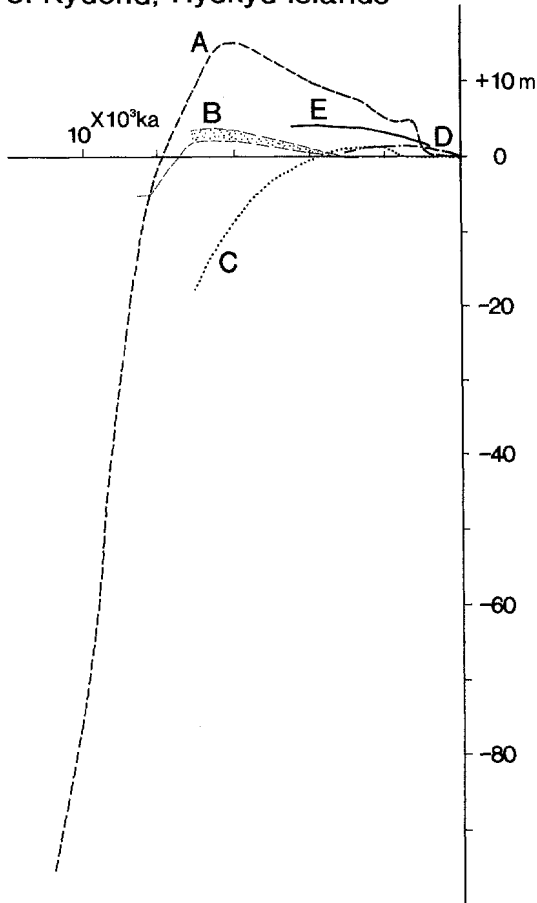


図3 1980年以降に発表された完新世海面変化曲線

- [1. 北海道] A: 松島 (1982a), B: 前田 (1984), C: SAKAGUCHI *et al.* (1985), D: 平井 (1987)
 [2. 東北, 北陸] A: 有賀 (1984), B: 松本 (1984), C: 千田ほか (1984), D: 千田ほか (1984, 補正值), E: 藤井・藤 (1982), F: FUJI (1987)
 [3. 関東] A~D: ENDO *et al.* (1982: A. 古押切湾 B. 古夷隅湾 C. 東京低地 D. 古鬼怒湾)
 E: FRYDL (1982), F: 松島 (1987)
 [4. 東海および近畿] A: 井関ほか (1982), B: 前田ほか (1983), C: 太田ほか (1986), D: 前田 (1980), E: 成瀬ほか (1984)
 [5. 九州および琉球] A: 森脇ほか (1986), B: 千田 (1987), C: Koba and DELIBRIAS (1982),
 D: DELIBRIAS and PIRAZZOLI (1983), E: PIRAZZOLI and DELIBRIAS (1983)

Fig. 3 Relative Holocene sea level curves from various areas

1. Hokkaido, 2. northern Honshu and Japan Sea side of northern and central Honshu, 3. Kanto,
 4. Pacific side of central Japan and Seto Inland Sea area, 5. Kyushu and Ryukyu Islands

っている。

なお、沈降的な性格をもつ東京下町低地で最高海面が6,300年前に認められること (ENDO *et al.*, 1982), また、著しい隆起地域ではないにもかかわらず、オホーツク海沿岸や知多半島南部においても、約6,000年前頃あるいはそれ以前の時期に高頂期が認められる (前田ほか, 1983; 前田, 1984) など、海面高頂期の地域性については、さらに詳しい検討が必要であろう。

ところで、海面変化曲線が描かれていないため、図3には示すことができなかったが、安藤 (1986) は、埼玉県見沼低地において沖積層の珪藻分析結果から、完新世の最高海水準の高度と時期を+3.9~+4.1 mで、5,950~5,540 y. B. P. より新しい時期とした。これは、ENDO *et al.*, (1982) に比べてやや高く、より若い年代となっている。これは、安藤 (1986) が述べているように、この地点が溺れ谷における旧汀線により近い位置にあたるためと考えられる。

一方、伊豆半島南部などでは、完新世における高頂期が3,000~2,000年前頃であり、その理由として、本地区が少なくとも完新世の初期以降には沈降しており、3,000~2,000年前以降に再び隆起に転じたと考えられている (太田ほか, 1986)。また、九州北部の糸島低地帯でも、約3,300年前に縄文海進の最高海面が出現しているが、その理由として地域的な地殻変動の影響が考えられている (下山ほか, 1986)。南西諸島においては、隆起サンゴ礁の研究から海面変化曲線が描かれている。たとえば、Koba *et al.* (1982) は多くの島の資料からユースタティックな海面変化を、3,500年前から1,700年前に今より海面は1 m 高かったとしているが、本州などとの差異の原因はまだ解明されていない。また与論島では約2,000年前 (DELIBRIAS and PIRAZZOLI, 1983),

表 1 完新世における低海面および高海面を示す時期と高度
Table 1 Age and height of lower and higher sea level in the Holocene

	研究地域	期間	¹⁴ C測定数	海面最頂期			完新世における海面低下期		
				時期	高度	時期	高度	時期	高度
秋島 (1982a)	オホーツク海	9.5~3	6	5.5	(3)	—	—	—	—
前田 (1984)	沿岸北部	9 ~0	12	6	(3.8)	2.8	(2)	4.2	(-0.5)
SAKAGUCHI <i>et al.</i> (1985)	オホーツク海沿岸	10 ~0	14	5.8	(4)	4	(2.1)	4.8	(-0.6)
平井 (1987)	サロマ湖	6.5~0	14	6?	(3.8)	3.8?	(2.2?)	4.5	(-0.5)
松本 (1984)	東北地方	10 ~0	41	4.5	(0.8~0.2)	—	—	2.5	(-1.2~-2.2)
千田ほか (1984)	5平野	8.5~0	4	5	(1.5)	—	—	3	(-2.5)
有賀 (1984)	三陸	13 ~0	22	2	(-2.5*)	—	—	—	(-5.3*)
藤井・藤 (1982)	庄内平野	10 ~0	15	5.3~4.5	(3~-8)	—	—	2.5	(-2.5)
FUJI (1987)	北陸	10 ~0	33	5.3~4.5	(7.5)	—	—	3.5~1.5	(-3)
秋島 (1987)	多摩川	11 ~3	88	5.6	(4)	—	—	—	(1.5)
ENDO <i>et al.</i> (1982)	関東古湖切迹	10 ~0	20	6.2	(22.5)	—	—	3.8	(1.5)
〃	関東古奥低地	11 ~0	20	6.3~7	(12.5)	—	—	—	(-1.3?)
〃	関東古奥低地	10 ~0	17	6	(2)	—	—	2.5?	(-2?)
〃	関東東京低地	11 ~0	24	6.3	(4)	—	—	2?	(17)
FRYDE (1982)	尾屋・松	9 ~0	68	6.7	(26)	—	—	5.2	(—)
井間ほか (1982)	名古屋港	9.5~0	10	—	(2.6~0)	—	—	—	(—)
太田ほか (1986)	伊豆半島	15 ~0	32	2.5	(5)	—	—	4.5	(+0.7)
前田ほか (1983)	知多半島	9 ~0	5	6.2	(3)	3.3	(2.3)	4.5?	(1.5?)
前田 (1980)	大飯湾	10 ~4	33	5.8~5.5	(3)	—	—	4.5	(0?)
成瀬ほか (1985)	播磨灘	6 ~0	1	6	(3.5~5)	3.5	(2.3~3.1)	3	-0.4
千田 (1987)	大分平野	9 ~0	8	6~7	(+1.8~-3.5)	—	—	—	—
森脇ほか (1986)	鹿児島湾	19 ~0	3	6~6.3	(15)	—	—	—	—
KOBA <i>et al.</i> (1982)	琉球	7 ~0	132	3~2	(1)	—	—	—	—
DELIBRIAS and PIRAZZOLI (1983)	琉球	3 ~0	3	2~1	(1.6)	—	—	—	—
DELIBRIAS (1983)	久米島	4.5~0	13	4.0?	(+4.3)	—	—	—	—

* : 補正值

久米島では約4,000年前 (PIRAZZOLI and DELIBRIAS, 1983), 多良間島では約4,000年前 (PIRAZZOLI *et al.*, 1984) に, 最高海面期をもつとされている。しかし, ごくわずかの資料から曲線が描かれている場合もあり, 高頂期の年代についてはなお検討の余地を残している。

海面高頂期の高度に関しては, 地殻変動の著しい房総半島や相模湾岸では+20 mを超え, 鹿児島湾沿岸などの火山性の隆起地域においても+10 mを超える。そのほか, 東北地方日本海岸や佐渡島などでも, 完新世の高頂期の旧汀線高度が+10 mに達する地点がある。これらは, OYA and MACHIDA (1987) が指摘するように, ユーラシアプレートと北アメリカマイクロプレートとの境界付近にあたっているためと思われるが, まだ八木・吉川 (1988) を除いて高頂期の具体的な年代を示す資料に欠けている。それ以外の多くの地域では+2~+5 m程度の範囲にあり, とくに顕著な地域性は認められない。

個々の地点における海面高度の違いは, 研究方法や指標 (試料) の種類, 精度などの違いをも反映していると考えられ, 今後これらの点をいかに確実なものとしていくかが大きな課題であると考えられる。とくに, 1~2 m程度の海面高度の差異を論ずる場合には, 潮差の違いなども考慮する必要がある。

2. 後氷期における海面の小変動

太田ほか (1982) によると, 最終氷期最大海面低下期以降, 多くの地域においてかなり共通する海面の小変動が認められている。それらの年代は, およそ (1) 10,000年前, (2) 5,000~4,000年前, (3) 3,000~2,000年前であり, (2) 5,000~4,000年前の海退を新たに「縄文中期の小海退」と呼んだ。

このうち, (1) 10,000年前頃の海面の一時的な停滞, あるいは低下期に関しては, 1980年以降の研究ではほとんどが10,000年前以降の海面変化を扱っていることや, それ以前の時期まで海面変化曲線を描いている報告でも, 資料が少ないために厳密な表現をしていないものが多く, まだ不確かさが残っている。ところで, 10,000年前より若干新しい時期についてみると, ENDO *et al.* (1982) などによって, 約8,500年前頃における海面の低下あるいは海面上昇の停滞が示されている。ENDO *et al.* (1982) は, 古押切湾において約9,000年前に+14 m (補正值: -13 m) 付近まで上昇した海面が, 約8,300年前に+1 m (補正值: -23 m) まで低下し, その後再び上昇するような結果を示し, また, 古夷隅湾についてもほぼ同じ時期に若干の海面低下を示した海面変化曲線を描いている。また, 松島 (1987) も多摩

川低地の11,000年以降の海面変化曲線において, 約8,500年前まで-40 m付近に海面が停滞し, その後急激に海面が上昇したことを示している。

同様の, 9,000~8,500年前頃の海面の一時的な安定, あるいは低下は, すでに海津 (1979) によっても示されており, 1980年以降に発表された他の海面変化曲線でも, 前田 (1980), 井関ほか (1982), ENDO *et al.* (1982) の古鬼怒湾など, この時期における若干の海面上昇速度の鈍化が示されている。

ところで, 中井ほか (1982) は, 名古屋港のボーリングコアサンプルについて $\delta^{13}C$, C/N比の解析を行い, 8,800~9,000年前頃に $\delta^{13}C$ の値が低く, かつC/Nの値が高いことから, この時期に低海水準および, 寒冷な気候が顕著にみられたとした。さらに, 中井ほか (1987) は, 多摩川低地のボーリングコアの $\delta^{13}C$, C/N比の解析結果から, 8,500~7,800年前頃に海面が再び下降する時期のあったことを述べている。

このような結果に対して, 花粉分析結果にもとづく気候環境解析結果からは, この時期に気温が低下したという報告はみられず, この時期における海面変化が気候の変化に対応したものであるかといった点についてはまだ不明確な点が多い。なお, 大場ほか (1980) は, 日本海への対馬暖流の本格的流入が8,000年前頃に始まったことを明らかにしているが, このことは, 約8,000年前頃まで海面上昇速度が鈍化していたり, あるいは一時的に低下していたとするいくつかの報告と調和するかにみえる。

(2) の5,000~4,000年前頃の「縄文中期の小海退」に関しては, 1980年以降の多くの論文で確認されるようになった (表1)。たとえば北海道では, オホーツク海沿岸 (4,200年前, -0.5 m; 前田, 1984), オホーツク海沿岸南部 (4,800年前, -0.6 m; SAKAGUCHI *et al.*, 1985), サロマ湖 (4,500年前, -0.5 m; 平井, 1987) で, この時期の海面低下が示されている。また, 多摩川低地 (約4,000年前, +1.5 m; 松島, 1987), 知多半島南部の先苅貝塚付近 (約4,500年前, +0.7 m; 前田ほか, 1983), 大阪湾沿岸 (約4,500年前?, +2 m; 前田, 1980), 播磨灘 (約4,500年前, ± 0 m?; 成瀬ほか, 1985) などの地域においても4,500年前頃に海面の低下が報告されている。

これらの縄文中期の小海退は, すべて海面高頂期に複数の高海面期と低海面期をもつ海面変化曲線においてみられるものであるが, これらの高海面期と低海面期の認定は, 前田ほか (1983) のように, 自然貝層の年代および高度と遺跡の立地高度から求められたものや, 前田

(1984), 平井 (1987) などのように貝化石や泥炭層の産出高度と年代から求められたものなどがある。さらに, SAKAGUCHI *et al.* (1985) では, 貝化石や泥炭層の年代と高度に加えて, 珪藻分析結果によるこの時期の淡水生種の増加と, その後の海生種・汽水生種の増加といった点をふまえた海面変化曲線が示されている。また, 松島 (1987) も貝化石をはじめとする試料の生態的特徴とその産状, 堆積物の層相, 地形的な証拠などにもとづいて海面変化曲線を描いており, さまざまな方法によって認定されている。今後もさらに多くの地域において, この時期における小海退が確認される可能性が大きい。

一方, 海進高頂期以降に複数の高海面期と低海面期をもたない海面変化曲線の場合には, 一般に海面変動の振幅は大きく, 関東地方の東京低地や古鬼怒湾など (ENDO *et al.*, 1982) や東北・北陸などにおいて得られた海面変化曲線 (有賀, 1984; 松本, 1984; FUJI, 1987) のように, 縄文中期の小海退は認められていない。

(3) の 3,000~2,000 年前の小海退 (弥生の小海退) は, オホーツク海沿岸 (前田, 1984; SAKAGUCHI *et al.*, 1985; 平井, 1987), 東北地方沖積低地 (松本, 1984; 千田ほか, 1984), 北陸 (藤井・藤, 1982; FUJI, 1987), 関東 (ENDO *et al.*, 1982), 知多半島 (前田ほか, 1983), 播磨灘 (成瀬ほか, 1985) など各地に認められる。当時の海面高度は -3~0 m の間にあり, これは, 縄文中期の小海退における海面高度が +0.5~-0.5 m 程度の高さにあるのに比べてやや低い。

この小海退がみられる地域のうち, 北陸・東北地方の諸平野では, 上述した縄文中期の小海退は認められない。また, これらの各地域では, 海進高頂期の年代が 5,500~4,500 年前と, 他の地域に比べて若く出る傾向があり, 縄文海進高頂期の年代と縄文中期の小海退の存否との間には, 何らかの関係がみられそうである。

上記 2 つの小海退には含まれた相対的な高海面期の年代は, 4,000 年前頃から 2,800 年前頃までの間に分散しているが, 海面高度は +2~+3 m 前後で比較的揃っている。

また, 弥生の小海退以降に, さらに 1 サイクルの海面変化が報告されている地域がある。このうち, オホーツク海沿岸では, SAKAGUCHI *et al.* (1985) により, 約 1,200 年前の +0.8 m の高海面と約 400 年前の -0.3 m 低海面とが示されており, 平井 (1987) もほぼ同じ時期の約 1,000 年前の +2.2 m の高海面と約 200 年前の -0.2 m の低海面を報告している。さらに, 成瀬ほか (1985) は, 播磨灘沿岸地域において約 1,200 年前の +0.4~+1.2 m の高海面を報告しており, 前田ほか

(1983) も約 1,200 年前に +1.2 m まで海面が上昇していた可能性を示している。これらの高海面の時期は比較的よく揃っており, 従来, 平安海進 (小野, 1974; 豊島, 1978) と呼ばれていたものに相当すると思われる。ただ, これらの地域以外では, この時期における海面上昇は報告されていない。

なお, NAKAI *et al.* (1987) および中井ほか (1987) は, $\delta^{13}\text{C}$ および C/N 比にもとづく浜名湖および多摩川低地におけるボーリングコアの解析結果から, 4,000~3,500 年前における急激な海面の低下と, その後の低海面期の存在を示唆している。このような傾向は, すでに名古屋港のボーリングコア資料にもとづく中井ほか (1982) でも認められているが, これまでに明らかにされた海面変化曲線では, FUJI (1987) を除いて, この時期における急激な海面低下はほとんど認められない。

ところで, 表 1 では, 高海面期および低海面期とそれぞれの海面高度を示したが, それぞれの時期が継続していた期間が示されていない。高海面期あるいは低海面期の継続期間は, 海面変化の原因や地域性と深いかわりを持ち, 同時に, 海面変化の地形発達に及ぼす影響とも密接にかかわると考えられる。したがって, 今後さらに高い精度で海面変化曲線が描かれるようになり, 期間の長さについても, さらに具体的に論じられる必要があらう。

IV. 海面変化と海岸環境の研究に関する諸問題

1980 年代に入ってから研究は, 単に相対的な海面変化曲線を明らかにするのみでなく, 海面変化にかかわるさまざまな問題, とくに海岸地域の地形や堆積環境などの変化を明らかにする方向での研究が積極的に進められている。ここでは, 最近の研究について, そのテーマ・方法などに関する新しい動き (流れ) と最近の研究課題, さらに日本で研究をふまえた日本の研究者による海外調査などについて述べる。

1. 掘削調査

最近の研究手法の新しい傾向の一つとして, 完新世段丘堆積物や沖積層の掘削調査の進展があげられる。これまでもハンドオーガーを用いた掘削調査にもとづいて海成層上限を求め研究などがいくつか行われてきたが, 近年の掘削調査では, 攪乱の少ないサンプラーを用いてオールコアサンプルを得, 各種の分析手法を用いて総合的解析が行われている。

掘削調査には, いろいろな規模のものがあるが, 深度が大きいオールコアの機械ボーリングは一般に経費が多

くかかるので、個人の調査では行いにくい。したがって、掘削調査のほとんどは総合研究の形をとっている。太田ほか(1985, 1986)は総合研究の経費によって1981, 1982年に銚子の高神低地、佐渡の国中平野、伊豆の下田付近、奥尻島、駿河湾岸の条件を異にする地域で掘削調査を行った。池谷ほか(1985)は1985~1987年に浜名湖で、松島(1987)は1985, 1986年に多摩川低地でそれぞれ深度の大きいボーリングを行っている。この種の調査では、掘削地点選定のための地形観察、試料の層相、火山灰、貝、有孔虫、介形虫、珪藻、花粉などさまざまな微生物群集の解析、 ^{14}C 年代、 $\delta^{13}\text{C}$ の測定、それらの解釈など、地形、地質、古生物、地球化学などさまざまな分野の総合的な検討のために、必然的に分野を異にする研究者の協力が必要となる。このような総合研究によって、完新世における環境変遷、相対的海水面変化を年代目盛りをいれて明らかにすることができた(たとえば、池谷ほか, 1985; 鹿島, 1985; 三好ほか, 1985; 太田ほか, 1985, 1986; 松島, 1987; 斎藤, 1988)。とくに、さまざまな指標にもとづく海成層上限の認定の吟味、海面変化と関係する古地理の変遷などの詳しい情報が得られた。機械ボーリングのほかに、ピートコアラーや簡易なハンドオーガーの使用は、深さに制約はあるものの(通常10m以浅)、広く面的に試料を得たい場合、または少人数で調査をする時にきわめて有効である。

掘削調査は珊瑚礁の島でも行われ、成果をあげている。小西ほか(1983)による喜界島の先駆的研究によって完新世珊瑚礁の同時代線が描かれ、珊瑚礁の上方および側方への成長過程が明らかになった(小西, 1984)。掘削調査は与論島(米倉, 1986)、久米島(高橋ほか, 1986, 1987 a, b, 1988)などでも行われ、海面変化と対応するサンゴ礁の成長過程とその場所による差異、地形への表現など詳しい分析が進みつつある。

2. 完新世海成段丘の研究

隆起地域における古海面の指示者としての海成段丘の研究は、海水準認定に関する基本的問題(後述)を除くと、1980年以前と比べてとくに大きな進展はない。しかし、いくつかの地域で新しい知見が得られた。

北海道西岸奥尻島は、海成段丘の発達の良い島として知られている。同島の地形および掘削調査、さらに考古遺跡との関連から完新世海成段丘に関する新たな資料が得られた(三好ほか, 1985)。同島の完新世海成段丘は2段に分かれ、約6,000年前の上位面は高度約+10mに達し、隆起速度が大きいこと、内湾部では海成層上限高度が外洋部と比べて低いこと、などがわかった。下位

面の高度は+6mに及ぶが、その年代については、テフラから少なくとも約500年前に離水していたことは確実であるが、正確なことは不明である。西津軽海岸では、完新世海成段丘は3段に細分され、最高位のL1面が約6,300年前に形成され、高度が約+8mであること、高度分布が更新世海成段丘および1793年地震に離水した隆起ベンチの高度分布と調和していることが明らかにされ、本地域の地震性隆起が結論された(八木・吉川, 1988)。しかし、L2面の年代は分かっていない。九州の日南海岸でも3段に分かれる完新世海成段丘があり、その最高位の面が高度+8mに達し、約6,300年前の海面を示している(長岡ほか, 1987)。ここでも下位の面の年代は不明である。

これらの地域は、いずれも日本で有数の隆起地域であるが、一般に細分される完新世海成段丘の個々の面から年代資料を得ることは難しく、後水期海進高頂期以降の相対的海面変化を求めにくいことが多く、離水を生じたと考えられる巨大地震の活動史の解明にも問題を残している。既述の掘削調査の目的の一つはこのような点の解明にあった。奥尻島の掘削調査もこのような意図のもとに行われたが、下位面の年代決定には至らなかった。

南関東の変動帯の海岸は、従来からしばしば研究対象とされた日本でもっとも隆起速度の大きい地域として知られているが、最近も研究が続き、完新世における隆起速度や変動様式についての知見がふえている。国府津松田断層や三浦半島を横切る活断層が完新世にも活動したことが、海成段丘の変位によっても明らかとなった(熊木, 1982 a, b; 松島, 1982 b, 1984 b; KUMAKI, 1985)。

東京の南方1,200kmにある火山島、硫黄島には15余りの完新世後期の旧汀線が見出され、その高度分布から活発なドーム状隆起が続いていることが分かった。隆起速度は年に10cm以上に達する(貝塚ほか, 1983)。火山性の著しい隆起は鹿児島湾奥でも知られている。ここでは、完新世段丘は3段に分かれ、最高位の準人面(約6,300年前)の高度は+18mに達している(森脇ほか, 1986)。

3. 岩石海岸における古海面認定に関する問題

岩石海岸地域では、ノッチや海食洞、ベンチなどの地形が旧海面指示者として用いられ、とくに離水海岸では調査例が多い。完新世海成段丘の調査の場合に、一般にいわゆる汀線アングルが旧汀線、つまり古海面の指示者とされていたが、これについての再検討が提唱された。茅根・吉川(1986)は、房総半島南岸の現成の侵食海岸地形がベンチー小崖一海食台という一連の地形からなる地形系であることを認定し、ついで4群の離水した同

様の地形系を認め、これらが汀線アングルから認められる旧汀線に必ずしも対応しないことを述べ、この認識のもとに地震隆起の量や性質の再検討を図った。この論文は、完新世という短い時間内の古海面を、より長期の変動を考える場合よりも、高い精度でいかに正確に認定するかという基本的な問題提起として注目された。これに対しては、小崖下に穿孔貝やカサ貝などの化石があることから、やはり崖下の汀線アングルが旧汀線であるという反論(今泉ほか, 1986)がある。茅根ほか(1987)は穿孔貝の分布範囲が潮下帯まで及ぶこと、カサ貝は死後、殻が移動することが多いこと、などの諸点から、茅根・吉川(1986)が正しいと述べるなど、古海面の指示者をめぐってまだ議論が続いている。

岩石海岸の離水地形としては、海食洞やノッチがある。隆起サンゴ礁からなる琉球列島ではノッチはとくによく保存されている。たとえば河名・西田(1980)は沖縄島をはじめ宮古、石垣島などで離水ノッチの精査を行い、その形態、高度分布などを記載した。しかし、形成期、とくにビーチロックの形成期との関係については不明な点が多い。KAWANA and PIRAZZOLI (1985)は、沖縄島のノッチのリトリートポイントの高度分布にもとづき、同島の南部が他と異なる変動区であるとし、さらにノッチに付着する3個のフジツボの ^{14}C 年代がほぼ同一であるので、この地域の隆起が約2,400年前の地震によるものであると推定した。

離水海食地形は、上記のようにそれに伴う ^{14}C 年代測定に適した試料を得ることによって一層意味をもってくる。穿孔貝の有効性は前から知られているが、その他にノッチや海食洞に付着するカキ、フジツボなど、潮間帯に生息する化石の高度と年代値が注目されるようになった。たとえば伊豆半島南部では離水海食洞中に付着する2層のカキ層からはほぼ2,700、および650年前の2つの海水準が認定され(石橋ほか, 1979)、とくに上位の貝層は掘削調査で求められた海成層上限の年代とほぼ一致している。この年代は、本地域で確認された限りでの完新世最高位の海水準を示すものであり、約6,000年前に海進高頂期を示すことの多い他地域との違いが注目された(太田ほか, 1986)。また式根島では、離水ノッチに残されているフジツボ類の年代値が約1,000年前であることにより、従来考えられていた1703年の元禄地震による隆起の可能性が否定された(太田ほか, 1983)。

最近、潮間帯に生息するヤッコカンザシなどが海面の指示者として注目されるようになった。甲藤・阿子島(1980)による室戸岬付近での研究は、この種の初めて

のものである。室戸岬ではその後さらに太田ほか(準備中)および前空(1988a)により、多数の試料が採取されている。前空(1988a)はI~VIの6つの旧海水準を認定し、その年代をそれぞれ6,000~5,000, 4,000~2,700, 2,600~2,200, 2,000~1,100, 1,000~800, 700~200年前とした。これらの年代および高度資料にもとづいて6回の地震隆起が推定されている。しかし、旧汀線の年代にかなり幅があること、また、推定された地震は従来の南海道地震タイプの累積を否定するものであること、など論議を呼ぶ問題も残されている。

海面指示者としてのヤッコカンザシの詳しい吟味は、房総半島南部で行われた(茅根ほか, 1987)。現在の潮間帯に生息するヤッコカンザシの上限高度がよく揃うので、その密集帯上限を旧汀線の示標とみなし、いわゆる元禄汀線は平磯付近で6.7m(精度は $\pm 0.1\text{m}$)と、従来の値より約1m高い値を得た。三浦半島でも同様な検討が行われている(西畑ほか, 1988)。

フジツボの海面指示者としての有効性は、琉球列島の例にもとづき、PIRAZZOLI *et al.* (1985)により詳論された。すなわち、フジツボは、サンゴと違い短期間に成長すること、入り江の奥にもみられること、さらに海中では死後速やかに侵食されること、などにより化石フジツボは離水直前の年代を示すとされている。

このように、フジツボやヤッコカンザシの有効性が明らかになったが、いくつかの問題もある。フジツボは生息分布高度が潮間帯内でもバラつくので、旧汀線高度の精度がヤッコカンザシよりも劣ること、両者とも個体の大きさが小さく、かつ殻が薄く多孔質であるために汚染や変質を受けやすいこと、保存が悪く、数千年前というものは残りにくいこと、などである。房総半島の場合には、元禄汀線に対応するヤッコカンザシの ^{14}C 年代は実際の年代よりも100~250年古く出ること(茅根ほか, 1987)、三浦半島では元禄汀線より古いものはほとんど見出されなかったこと(西畑ほか, 1988)。ただし、筆者らの経験では、室戸岬付近の高度+12mの地点でも、完新世海進の高頂期に対応すると思われるヤッコカンザシが残っている)など、旧汀線の指標として使う場合の問題は残っている。とくに、試料の質に関する吟味(茅根ほか, 1987)はさらに検討されるべきであろう。

4. 大きな沖積平野における旧汀線の認定について

一般に、大きな沖積平野では、造盆地的な沈降運動がみられ、このような地域において海面変化あるいは旧汀線高度を明らかにしようとする場合には、沈降運動の影響をいかに差し引くかといった問題がある。しかし、現状においては、確実な補正の方法は確立されておらず、

そのような状況においてデータの信頼性を保つために、あえて補正を行わずに生のデータを示す場合もある。

「海岸線図」では、完新世中期（縄文海進期）における海面高頂期を指示する資料の種類および高度と、 ^{14}C 年代測定値を示したが、この図では、資料の高度に関しては補正を行っていない。したがって、いくつかの大きな沖積平野中央部の高頂期における旧汀線（海面）高度は、0 mあるいはそれ以下の値として示されている。実際には、これら大きな沖積平野中央部における値は、すでに述べたように沈降運動を反映したものであり、また、海成層上限の高度がそのまま高頂期の海面高度を示すとは限らないので、当時の実際の海面高度はこれらの値より高くなるはずである。したがって、このような点を十分に考慮せずにこの値を読んだり、あるいは大きな沖積平野における海面変化曲線を描いたりすると、誤解を生じたり、不正確な解釈をしてしまう恐れがある。

第2の問題は、大きな沖積平野において古地理を復元するにあたり、いかに旧汀線（旧海岸線）を認定するかという点である。一般に、大きな沖積平野の臨海部はデルタの末端となっていたり、ラグーンが発達していたりする。とくに、縄文海進高頂期には海域が内陸部まで侵入し、複雑な海岸線を呈していたと考えられる。このような状況において、陸域と水域との境を厳密に描くことは、きわめて困難であり、とくに堆積物の分析にもとづいて、ある特定の時期における陸域と水域との境を厳密に平面的に求めることは、ほとんど不可能といっても過言ではない。さらに、デルタの末端やラグーンの沿岸などでは、海水域と淡水域との境がそのまま海陸の境とはならないため、堆積物の分析によって明らかにされる海成層の分布限界を、そのまま陸域と水域の境として認定することはできない。また、潮汐の影響についても考慮されなければならない。きわめて低平で大きな沖積平野の臨海部では、現在でも、潮位の変化によって陸域と海域（水域）との境が大きく変化している。

このような点から、「海岸線図」のうち、大きな沖積平野の内陸部に関しては、海岸線は実線で示されているものの、この位置はある程度の幅のあるものを代表させて描いたものである。

なお、梶山・市原（1986）は、地層の層序と ^{14}C 年代測定値を重視した体系に、考古学的な遺構による判定を加え、さらに古生物学的、とくに古生態学的な資料を加えた総合的な環境復元によって、海水域・汽水域・淡水域の区別や、満潮線・干潮線をも示した河内平野の古地理図を描いており、このような方向は今後さらに厳密な旧海岸線を描く上できわめて意義深いものである。

5. 小さな溺れ谷低地における調査

1980年ごろまでの完新世海面変化の研究は、主として大きな沖積低地中心として行われてきた。これに対して、小さな溺れ谷の低地では、流れ込む大河川がなく、臨界部で独立した空間を造っており、後背地から供給される物質の量が少なく、しかもシルトや泥等の細粒物質から構成されている。このような低地では、沖積層は基底から最上部までおもに泥質からなり、連続した掘削資料が得られる。また、外洋に面した溺れ谷では、海成堆積物の保存状態がより良好で、種々の情報が残されており、系統的な資料も得られやすく、精度の高い海面変化を明らかにすることができる（松島、1983）。さらに、大きな沖積平野に比べると、これまで人工改変を受けることが少なく、自然地形がほとんどそのままの状態でも保存されており、旧汀線や海成層上限の確認、海進に伴う内湾環境の変遷などを知るのに適している。また、調査地域が狭く小さいため、地殻変動も同じものとしてとらえられ、利点となっている。

このような条件をもった小規模な溺れ谷が調査地として注目されるようになったのは、掘削調査法が定着したことによる。たとえば、知多半島内海低地では前田ほか（1983）が掘削資料の解析と考古遺跡の分布から海面変化を、関東平野では安藤ほか（1987）が奥東京湾の湾奥に位置する見沼低地において、珪藻群集から古環境の変遷と高海水準を、銚子高神低地では太田ほか（1985）が各種生物群集による海成層上限の確認と地形発達史を、また伊豆半島下田付近の低地では太田ほか（1986）が海面変化を、松崎低地では松原ほか（1986）が海面変化に伴う環境変遷史を、それぞれ明らかにしている。

しかし、上述のような好条件を備えた溺れ谷でも、低地の中央部では堆積が十分に進まず、海成層上限が必ずしも古海面高度を示すとは限らないことがある点に注意する必要がある。

6. 海面変化とそれにかかわる自然環境の変化

従来から、完新世を特徴づける最温暖期の時期が日本列島における海面高頂期と一致するといわれてきた。この最温暖期は、浅海性貝類群集の変遷（松島、1984a）とチョウセンハマグリ¹の酸素同位体比（鎮西ほか、1980；CHINZEI *et al.*, 1987a）から、約6,500～5,500年前あるいは約7,000年前と求められ、海面高頂期とよく対応することが分かった。さらに約5,000年前以降は、「縄文中期の小海退」、「弥生の小海退」が前述のように広く認められる。これに対応する海水温の低下をみると、貝類群集からは南関東では約5,000～4,000年前と約2,000年前に熱帯種および亜熱帯種の消滅が知られる。

これらは、温度低下によるもので、海面低下とほぼ一致する。さらに、中部日本沖で得られた各種微化石群集と酸素同位体比（鎮西ほか，1984；CHINZEI *et al.*, 1987b）からも、約 6,500～5,500 年前の温暖と約 5,000 年前以降の寒冷化が明らかにされている。

このような沿岸や浅海域の水温変化は、陸上の気候にも大きな影響を与えている。日本列島が温暖化した時期の気候変化については、花粉分析の結果から具体的に示されている（SAKAGUCHI, 1983；阪口，1984 など）。それによると、中部日本では約 7,600 年前から縄文早期最温暖期、縄文中・後期寒冷期、縄文後期の温暖期、縄文晩期寒冷期、弥生温暖期、古墳寒冷期、奈良～鎌倉の温暖期など大きな気候変化があった。これら陸上で求められた温度変化と浅海域の水温変化、海面変化とを比較すると、海面高頂期と縄文中期の小海退期は、いずれも陸上の気候変化と一致している。しかし、弥生の海退期では、浅海域においては水温低下を示しているが、陸上では弥生温暖期となり異なる。このようなずれについては、両変動が年代的に必ずしも対応しているとはいえず、またそれぞれの変動に固有の変化も認められることから、今後の検討課題である。また陸上の気候変化については、歴史時代以降現在まで詳しい資料の蓄積がある。しかし、沿岸水温と海面変化についてはこのような資料が少なく、これから資料の収集と充実が望まれる。

7. 日本人による海外の研究

最近、日本人による海外研究が盛んになったが、完新世海水準変化についても例外ではない。海外研究は、おもに海外学術調査（研究）の研究費によって行われている。完新世海水準変化研究と関連した海外での研究例として、中部太平洋、ニュージーランド、バングラデシュなどにおける研究がある。

中部太平洋の島々では、ハイドロアイソスタシーを検討する調査が進められており、これまでにクック諸島、フィジー諸島、ハワイ諸島、ミクロネシアの島々において、完新世の旧海面高度を示す資料が多数収集された（杉村，1987 ほか）。その成果の 1 つとして、南クック諸島のマンガイア島での結果が公にされた（YONEKURA *et al.*, 1988）。同島では約 4,000～3,400 年前に海面は +1.7 m になり、3,400～2,900 年前に離水した。また、この海面変化に伴うサンゴ礁の発達過程が詳しく論じられた。しかし、ハイドロアイソスタシーを系統的に論じるには、さらに資料の収集と解析が必要である。

変動帯であるニュージーランドでは、吉川ほか（1980）により完新世海成段丘の存在が記載され、OTA *et al.*（1983）は北島北東端で完新世の段丘の高度分布から

3 つの異なる隆起速度をもつ変動区が識別された。さらに OTA *et al.*（1988）は、東岸全域に調査を進めて完新世海進の高頂期が 5,500～7,000 年前と場所ごとに異なり、それが隆起速度と関係すること、また完新世の垂直変動速度により 14 の地殻変動区が存在すること、などを認めた。また、多数のほぼ同年代の埋没林の存在から、海進の進行途上に約 8,500～8,000 年前ごろに小海退があったことを明らかにした。あわせて完新世海成段丘の細分が地震隆起にもとづくことを論じた（OTA *et al.*, 1988；BERRYMAN *et al.*, 1988）。

バングラデシュにおいて、UMITSU（1985, 1987）はガンジスデルタにおける地形調査と機械ボーリングによる掘削調査によって、深度 50～70 m に及ぶ 3 本のコアを採取した。堆積物の粒度、珪藻、貝、¹⁴C 年代などにもとづいて明らかにされた海面変化曲線は、いわゆるシェパード曲線に近いものであり、あわせて、約 10,000 年前の海面低下も見出された。

以上の例のほかにも、アイスランド（森脇・平川，1985）などでも調査が進められており、今後世界の各地で日本との比較研究が進展することが期待される。

V. おわりに

1980 年以降、海面変化および第四紀末期の海岸環境についての研究が活発に行われ、多くの研究成果が明らかにされた。これらの成果は、

- (1) より詳しい海面変化曲線の提示、
- (2) 掘削法などにもとづく、より正確な海成層上限の認定、
- (3) 多くの分野にまたがる総合的な研究、
- (4) 海面指示者としての侵食地形、古生物の検討、
- (5) 全国的な視野に立つ研究および総括

などに特徴がある。これらのうち、(1) に関しては、太田ほか（1982）が指摘した「縄文中期の小海退」や、「弥生の小海退」が各地で確認されたほか、さらにその後の海面の小変動もいくつかの地域で報告された。また、完新世初期における海面の停滞あるいは低下のみられる地域がいくつかみられることが明らかになった。

また、(2) に関しては、小さな溺れ谷などにおける掘削法の有効性が実際の調査にもとづく研究成果として示され、同時に、(3) 地形・地質・古生物・地球化学など、多くの分野にまたがる総合研究によって、海面変化や海岸地域の環境変遷にかかわる多面的な分析にもとづく研究の成果も示された。

また、(4) については、海面指示者としてのノッチ、ベンチなどの侵食地形やフジツボ、ヤッコカンザシなど

の化石が論議され、岩石海岸地域で高い精度で古海面を認定する可能性が開けてきた。(5)に関しては、完新世における海岸地域の古地理・古環境が全国的な視野のもとに検討されたほか、海面変化や環境変遷に関する従来の研究の総括も行われ、個々の地域における成果を広い視野のもとにとらえ直すという段階に至ったことを示している。

これらの成果のもとに、今後の課題として、次のようなことが考えられる。すなわち、完新世における海面の微変動の実態をより明確にすること、まだ十分に調査・研究の行われていない地域において海面変動に関するデータの蓄積を推進し、さらに地域性を明らかにしていくこと。また、海面高度(旧汀線高度)把握のための資料(指標)の吟味、地殻変動の影響の吟味、海面変化の要因としての気候変化の検討をはじめ、海面変化とかわる環境変遷との因果関係の検討などが行われなければならない。そして、これらのために新たな発想や研究方法の導入・利用を進めることも必要であろう。本来、過去の現象の復元は将来の予測とつながるものでなければならない。その意味では、完新世のうちでもっとも現在に近い過去である最近約1,000年前以降の情報は、まだきわめて不足しており、今後の研究をまたなければならない。

引用文献

- 安藤一男(1986)珪藻群集からみた埼玉県恩沼低地の古環境の変遷と完新世最高海水準。第四紀研究, **25**, p. 165-176.
- 安藤一男・和田 信・高野 司(1987)珪藻群集からみた埼玉県荒川低地の古環境の検討。第四紀研究, **26**, p. 111-128.
- 有賀友子(1984)庄内平野の地形発達——更新世末期以降の砂礫分布範囲の変化——。東北地理, **36**, p. 13-24.
- BERRYMAN, K. R., OTA, Y. and HULL, A. G. (1989) Holocene paleoseismicity in the fold and thrust belt of Hikurangi subduction zone, eastern North Island, New Zealand. *Tectonophysics*, **163**, p. 185-195.
- 千田 昇(1985)豊前行橋平野の沖積世における地形発達。東北地理, **37**, p. 267-278.
- 千田 昇(1987)大分平野西部の完新世における地形発達。地理学評論, **60** (Ser. A), p. 466-480.
- 千田 昇・松本秀明・小原真一(1984)陸前高田平野の沖積層と完新世の海水準変化。東北地理, **36**, p. 232-239.
- 鎮西清高・大場忠道・小池裕子・松島義章・北里 洋(1980)貝塚産貝殻の酸素同位体組成の時代的変遷と先史時代の古環境。自然科学の手法による遺跡・古文化財等の研究, p. 103-117.
- 鎮西清高・岡田尚武・尾田太良・大場忠道・北里 洋・小泉 格・酒井豊三郎・谷村好洋・藤岡換太郎・松島義章(1984)本州太平洋岸における最終氷期の海況変遷。渡辺直経編「古文化財に関する保存科学と人文・自然科学」, 984 p. : p. 441-457.
- CHINZEI, K., KOIKE, H., OBA, T., MATSUSHIMA, Y. and KITAZATO, H. (1987 a) Secular changes in the oxygen isotope ratio of mollusc shells during the Holocene of central Japan. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleocol.*, **61**, p. 155-166.
- CHINZEI, K., HUJIOKA, K., KITAZATO, H., KOIZUMI, I., OBA, T., ODA, M., OKADA, H., SAKAI, T. and TANIMURA, Y. (1987 b) Postglacial environmental change of the Pacific Ocean off the coast of central Japan. *Mar Micro-paleontol.*, **11**, p. 273-291.
- DELIBRIAS, G. and PIRAZZOLI, P. A. (1983) Late Holocene sea-level changes in Yoron Island, the Ryukyus, Japan. *Marine Geology*, **53**, p. M 7-M 16.
- ENDO, K. (1986) Coastal sand dunes in Japan. *Proc. Inst. Natural Sciences, Nihon Univ.*, no. 21, p. 37-54.
- 遠藤邦彦・関本勝久(1981)千葉県佐貫町地域の完新統。日本大学文理学部紀要, **16**, p. 1-11.
- ENDO, K., SEKIMOTO, K. and TAKANO, T. (1982) Holocene stratigraphy and paleo-environments in the Kanto Plain, in relation to the Jomon Transgression. *Proc. Inst. Natural Sciences, Nihon Univ.*, no. 17, p. 1-16.
- 遠藤邦彦・小杉正人・鈴木 茂・菱田 量(1987)草加市周辺の縄文海進期後の沖積層層序と古環境。日本大学文理学部自然科学研究所「研究紀要」, **22**, p. 47-56.
- FUJI, N. (1987) Researches in the Far East on the study of the Holocene during the intercongress time, 1983~1987 (11). 金沢大学教育学部紀要(自然科学編), **36**, p. 21-34.
- 藤井昭二・藤 則雄(1982)北陸における後氷期の海水準変動。第四紀研究, **21**, p. 183-194.
- FUJII, S., NASU, N., SMITH, A. J., FUJI, N., MIZUTANI, Y., SIMAKURA, M., KONISHI, K., IGARASHI, C., MURAMOTO, J., TAKEMURA, T., SHIMODA, T., BOGGS, S. Jr., FUJIOKA, K., MAPPA, H., YONG, S. K. and TANAKA, T. (1986) Submerged forest off Nyuzen, Kurobe-gawa alluvial fan, Toyama Bay, Central Japan. *Boreas*, **15**, p. 265-277.
- 藤原健蔵編(1986)瀬戸内海地域における完新世海水準変動と地形変化。昭和58・59・60年度科学研究費補助金(一般研究A)研究成果報告書, 116 p.
- FRYDL, P. M. (1982) Holocene ostracods in the southern Boso Peninsula. *University Museum, Univ. of Tokyo, Bulletin*, **20**, p. 61-140.
- 平井幸弘(1987)サロマ湖の湖岸・湖底地形と完新世後半のオホーツク海の海水準変動。東北地理, **39**, p. 1-15.
- 平井幸弘(1989)日本における海跡湖の地形的特徴と地形発達。地理学評論, **62** (Ser. A), p. 145-159.
- IHIRA, M., MAEDA, Y., MATSUMOTO, H. and KUMANO, S. (1985) Holocene sedimentary history of some coastal plains in Hokkaido, Japan, 2. Diatom assemblages of the sediments from Kushiro Moor. 日本生態学会誌, **35**,

p. 199-205.

- 池谷仙之・大浦 毅・阿久津 浩・和田秀樹 (1985) 浜名湖東岸の層序・層相とその年代. 静岡大学地球科学研究報告, **11**, p. 171-179.
- 今泉俊文・宮内崇裕・中田 高 (1986) 房総半島南部における元禄 (隆起) 汀線の位置とその認定についての再検討. 日本地理学会予稿集, no. 29, p. 16-17.
- 石橋克彦・太田陽子・松田時彦 (1979) 南伊豆, 吉佐美・柿崎の隆起貝層の ^{14}C 年代. 地震, 第 2 輯, **32**, p. 105-107.
- 石橋克彦・太田陽子・松田時彦 (1982) 相模湾西部, 初島の完新世海成段丘と地殻上下変動. 地震, 第 2 輯, **35**, p. 195-212.
- 井関弘太郎・藤井昭二・藤 則雄 (1982) 名古屋港周辺資料に基づく完新世の海水準変動. 第四紀研究, **21**, p. 197-182.
- 貝塚爽平・宮内崇裕・長岡信治 (1983) 硫黄島の海成段丘・活断層と変動史. 小笠原研究, **9**, p. 13-45.
- 梶山彦太郎・市原 実 (1986) 大阪平野のおいたち. 138 p., 青木書店.
- 鹿島 薫 (1985) 銚子半島高神低地の完新世における珪藻群集の推移と古海水準. 第四紀研究, **24**, p. 125-138.
- 鹿島 薫 (1986) 沖積層中の珪藻遺骸群集の推移と完新世の古環境変遷. 地理学評論, **59** (Ser. A), p. 383-403.
- 甲藤次郎・阿子島 功 (1980) 室戸半島の沖積世の地殻変動. 「四十万帯の地質学と古生物学—甲藤次郎教授還暦記念論文集—」, p. 1-15.
- 茅根 創・吉川虎雄 (1986) 房総半島南東岸における現成・離水浸食海岸地形の比較研究. 地理学評論, **59** (Ser. A), p. 18-36.
- 茅根 創・山室真澄・松本英二 (1987) 房総半島南東岸における旧汀線の指標としてのヤッコカンザシ. 第四紀研究, **26**, p. 47-58.
- 河名俊男・西田 宏 (1980) 与論島・沖繩島・宮古島・石垣島のノッチについて. 琉球列島の地質学研究, **5**, p. 103-123.
- KAWANA, T. and PIRAZZOLI, P. A. (1985) Holocene coastline changes and seismic uplift in Okinawa Island, the Ryukyus, Japan. *Zeitschrift für Geomorphologie N. F., Suppl. Bd.*, **57**, p. 11-31.
- KOBA, M., NAKATA, T. and TAKAHASHI, T. (1982) Late Holocene eustatic sea-level changes deduced from geomorphological features and their ^{14}C dates in the Ryukyu Islands, Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **39**, p. 231-260.
- 小西健二 (1984) サンゴ礁の地学的研究の最近の成果—南西諸島より—. 地学雑誌, **93**, p. 61-68.
- 小西健二・辻 喜弘・後藤十志郎・田中武男・二口克人 (1983) サンゴ礁の多孔浅層掘削—喜界島における完新世の例—. 海洋研究, **15**, p. 154-164.
- 熊木洋太 (1982 a) 房総半島南部の完新世段丘に関する若干の ^{14}C 年代測定値について. 第四紀研究, **20**, p. 325-327.
- 熊木洋太 (1982 b) 三浦半島の完新世段丘と完新世の地殻変動. 国土地理院時報, **54**, p. 41-49.

- KUMAKI, Y. (1985) The deformations of Holocene marine terraces in southern Kanto, Central Japan. *Geogr. Rev. Japan*, **58** (Ser. B), p. 49-60.
- 前田保夫 (1980) 海成層の上, 下限よりみた大阪湾および播磨灘の縄文海進. 井関弘太郎編「完新世における旧海水準の認定とその年代に関する研究」, 昭和 53, 54 年度文部省科学研究費補助金(総合研究 A) 報告書, p. 112-119.
- 前田保夫 (1984) 完新世における北海道オホーツク海沿岸の古環境の変遷. 「古文化財の自然科学的研究」, 同朋社出版, p. 430-440.
- 前田保夫・松島義章・佐藤裕司・熊野 茂 (1982) 海成層の上限 (marine limit) の認定. 第四紀研究, **21**, p. 195-201.
- 前田保夫・山下勝年・松島義章・渡辺 誠 (1983) 愛知県先苅貝塚と縄文海進. 第四紀研究, **22**, p. 213-222.
- 前田保夫・松島義章・松本英二・松田 功・居平昌士 (1986) 約 5 千年前以降における根室半島ノツカマップ付近の自然環境の変遷. 根室市立博物館開設準備室紀要, **1**, p. 3-22.
- 前空英明 (1988 a) 室戸半島の完新世地殻変動. 地理学評論, **61** (Ser. A), p. 747-769.
- 前空英明 (1988 b) 足摺岬周辺の離水波食地形と完新世地殻変動. 地理科学, **43**, p. 231-239.
- 松原彰子 (1984) 駿河湾奥部沖積平野の地形発達史. 地理学評論, **57** (Ser. A), p. 37-56.
- MATSUBARA, A. (1988) Geomorphic development of barriers in the coastal lowlands during the Holocene—A case study of the coastal lowlands along the Suruga Bay, central Japan—. *Bull. Dept. Geogr., Univ. of Tokyo*, **20**, p. 57-77.
- 松原彰子・松島義章・石橋克彦・森脇 広・鹿島 薫 (1986) 伊豆半島西岸松崎低地の完新世における環境変遷. 地学雑誌, **95**, p. 339-356.
- 松本秀明 (1984) 海岸平野にみられる浜堤列と完新世後期の海水準微変動. 地理学評論, **57** (Ser. A), p. 720-738.
- MATSUMOTO, H. (1985) Beach ridge ranges and the Holocene sea-level fluctuations on alluvial coastal plains, northeast Japan. *Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. 7 (Geogr.)*, **35**, p. 15-46.
- 松島義章 (1982 a) 北海道東岸, バシクル沼の沖積層から産出した貝殻の ^{14}C 年代. 釧路市立郷土博物館報告, **9**, p. 1-8.
- 松島義章 (1982 b) 相模湾北岸, 足柄平野における沖積層の ^{14}C 年代とそれに関連する問題. 第四紀研究, **20**, p. 319-323.
- 松島義章 (1983) 小規模なおぼれ谷に残されていた縄文海進の記録. 月刊海洋科学, **15**, p. 11-15.
- 松島義章 (1984 a) 日本列島における後氷期の浅海性貝類群集—特に環境変遷に伴うその時間・空間的変遷—. 神奈川県立博物館報告 (自然科学), **15**, p. 37-109.
- 松島義章 (1984b) 完新世段丘からみた相模湾・駿河湾沿岸地域のネオテクトニクス. 第四紀研究, **23**, p. 165-174.
- 松島義章編 (1987) 川崎市域の沖積層の研究. 川崎市民ミ

- ユーリアム報告, **1**, 150 p.
- 松浦信臣 (1985) 北陸地方の鮮新世から完新世に至る軟体動物群の変遷. 瑞浪市化石博物館研究報告, **12**, p. 71-158.
- 三好真澄・太田陽子・澤 祥・今泉俊文・鹿島 薫 (1985) 北海道奥尻島の完新世海成段丘. 地理学評論, **58** (Ser. A), p. 569-608.
- MORIWAKI, H. (1982) Geomorphic development of Holocene coastal plains in Japan. *Geogr. Rep. Tokyo Metropolitan Univ.*, no. 17, p. 1-42.
- 森脇 広・平川一臣 (1985) アイスランド北部における後氷期最高隆起汀線. 日本地理学会予稿集, no. 27, p. 66-67.
- 森脇 広・町田 洋・初見祐一・松島義章 (1986) 鹿児島湾北岸におけるマグマ水蒸気噴火とこれに影響を与えた縄文海進. 地学雑誌, **95**, p. 94-113.
- 長岡信治・松島義章・前空英明 (1987) 宮崎平野南部の完新世海成段丘. 第四紀学会講演要旨集, no. 17, p. 120-121.
- 中井信之・太田友子・藤澤 寛・吉田正夫 (1982) 堆積物コアの炭素同位体比, C/N 比および FeS₂ 含有量からみた名古屋港周辺の古気候, 古海水準変動. 第四紀研究, **21**, p. 169-177.
- 中井信之・大石昭二・中村俊夫 (1987) 川崎市域の沖積層の ¹⁴C 年代測定による堆積速度の変遷と ¹³C/¹²C, C/N 比測定による相対的海水面変動と古気候変化. 松島義章編「川崎市域の沖積層の研究」, 150 p. : p. 97-115.
- NAKAI, N., OISHI, S., KURIYAMA, T. and NAKAMURA, T. (1987) Application of ¹⁴C dating to sedimentary geology and climatology: Sea-level and climate change during the Holocene. *Nuclear Instruments and Methods in Physics, B*, **29**, p. 228-231.
- 成瀬敏郎 (1982) 最終氷期以降の日本沿岸域の風成堆積層—海水準との関連について—. 第四紀研究, **21**, p. 223-227.
- 成瀬敏郎・小野間雅巳 (1984) 播磨灘西部, 黄島・前島・大多府島にみられる完新世後期の海水準変化. 第四紀研究, **22**, p. 327-331.
- 成瀬敏郎・小野間雅巳・村上良典 (1985) 瀬戸内海, 播磨灘沿岸における完新世後期の海水準変化に関する資料. 兵庫教育大学研究紀要, **5**, p. 53-64.
- NARUSE, Y. (1981) Climatic and sealevel changes during the Quaternary. *Recent Progress of Natural Sciences in Japan*, **6**, p. 191-202.
- NARUSE, Y. and OTA, Y. (1984) Sea level changes in the Quaternary in Japan. in HORIE, S. ed. : *Lake Biwa*. Dr. W. Junk Publishers, p. 461-473.
- NAŠU, N., FUJII, S., FUJIOKA, K., IGARASHI, C., KAWAHATA, H., MAPPA, H., KONISHI, K., TANAKA, T. and SHIMODA, T. (1983) Remnants of an ancient forest of the continental shelf of northwest Japan. *Boreas*, **12**, p. 13-16.
- 日本第四紀学会編 (1987) 日本第四紀地図. 119 p., 東京大学出版会.
- 西畑正文・山室真澄・茅根 創 (1988) 三浦半島西岸および南岸における旧汀線の指標としてのヤッコカンザシとベンチ. 第四紀研究, **27**, p. 31-38.
- 大場忠道・堀部純男・北里 洋 (1980) 日本海の2本のコアによる最終氷期以降の古環境解析. 考古学と自然科学, **13**, p. 31-49.
- 小野忠熙 (1974) 考古地理学からみた響灘沿岸の砂質海岸の形成. 第四紀研究, **14**, p. 239-249.
- OTA, Y. (1987) Sea-level changes during the Holocene: The Northwest Pacific. in DEVOY, R. J. N. ed. : *Sea surface Studies—A global view*. Croom Helm Ltd., p. 348-374.
- OTA, Y., MATSUSHIMA, M. and MORIWAKI, Y. eds. (1981) *Atlas of Holocene sea level records in Japan*. Japanese Working Group of the Project 61 (Holocene Sea Level Project), IGCP, 195 p.
- 太田陽子・松島義章・森脇 広 (1982) 日本における完新世海面変化に関する研究の現状と問題—Atlas of Holocene Sea-level Records in Japan を資料として—. 第四紀研究, **21**, p. 133-143.
- 太田陽子・石橋克彦・森脇 広 (1983) 完新世後期における伊豆諸島, 式根島の隆起. 地震, 第2輯, **36**, p. 587-595.
- OTA, Y., YOSHIKAWA, T., ISO, N., IKEDA, Y., MORIYAMA, I. and HULL, A. G. (1983) Holocene marine terraces in the northeastern coast of North Island, New Zealand. *Abstracts of International Symposium on Coastal Evolution in the Holocene, Tokyo*, p. 109-112.
- 太田陽子・松島義章・三好真澄・鹿島 薫・前田保夫・森脇 広 (1985) 銚子半島およびその周辺地域の完新世における環境変遷. 第四紀研究, **24**, p. 13-29.
- OTA, Y., PIRAZZOLI, P. A., KAWANA, T. and MORIWAKI, H. (1985) Late Holocene coastal morphology and sea-level records on three small islands, the south Ryukyus, Japan. *Geogr. Rev. Japan*, **58** (Ser. B), p. 185-194.
- 太田陽子・石橋克彦・松島義章・松田時彦・三好真澄・鹿島 薫・松原彰子 (1986) 掘削調査にもとづく伊豆半島南部における完新世相対的海水準変化. 第四紀研究, **25**, p. 203-223.
- OTA, Y. and MACHIDA, H. (1987) Quaternary sea-level changes in Japan. in TOOLEY, M. J. and SHENNAN, I. eds. : *Sea-level changes*. The Institute of British Geographers Special Publication Series, **20**, Basil Blackwell, p. 182-224.
- OTA, Y., MATSUSHIMA, Y. and UMITSU, M. eds. (1987 a) *Atlas of Late Quaternary sea level records in Japan, Vol. I, Review papers and Holocene*. Japanese Working Group of IGCP Project 200, 580 p.
- OTA, Y., KOIKE, K., YONEKURA, N., MIYAUCHI, T. and YAGI, H. eds. (1987 b) *Atlas of Late Quaternary sea level records in Japan, Vol. II, Late Pleistocene*. Japanese Working Group of IGCP Project 200, 529 p.
- 太田陽子・松島義章・海津正倫 (1988) 日本列島の縄文海進高頂期の海岸線図について. 地図, **26**, p. 25-29.
- OTA, Y., BERRYMAN, K. R., HULL, A. G., MIYAUCHI, T. and ISO, N. (1988) Age and height distribution of Holocene transgressive deposits in eastern North Island, New Zealand. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, **68**, p. 135-151.

- PIRAZZOLI, P. A. and DELIBRIAS, G. (1983) Late Holocene and recent sealevel changes and crustal movements in Kume Islands, the Ryukyus, Japan. *Bull. Dept. Geogr. Univ. of Tokyo*, **15**, p. 63-76.
- PIRAZZOLI, P. A., KAWANA, T. and MONTAGGIONI, L. F. (1984) Late Holocene sea-level changes in Tarama Island, the Ryukyus, Japan. *地球科学*, **38**, p. 113-118.
- PIRAZZOLI, P. A., DELIBRIAS, G., KAWANA, T. and YAMAGUCHI, T. (1985) The use of barnacles to measure and date relative sea-level changes in the Ryukyu Islands, Japan. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, **49**, p. 161-174.
- PIRAZZOLI, P. A. et KAWANA, T. (1986) Determination de mouvements crustaux quaternaires d'après la deformation des anciens rivages dans les îles Ryukyu, Japon. *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*, **27**, fasc. 3-4, p. 269-278.
- 齋藤文紀 (1988) 海水準上昇期における浜名湖の堆積環境—完新世海岸砂州の復原上の問題点. *Clastic Sediments (Jour. Res. G. Clas. Sed. Japan)*, **5**, p. 109-132.
- SAKAGUCHI, Y. (1983) Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation—Especially on climatic impacts to the global sea level changes and ancient Japanese history. *Bull. Dept. Geogr., Univ. of Tokyo*, **15**, p. 1-31.
- 阪口 豊 (1984) 日本の先史・歴史時代の気候—尾瀬ヶ原に過去 7,600 年の気候変化の歴史を探る—. *自然*, **460**, p. 18-36.
- SAKAGUCHI, Y., KASHIMA, S. and MATSUBARA, A. (1985) Holocene marine deposits in Hokkaido and their sedimentary environments. *Bull. Dept. Geogr. Univ. of Tokyo*, **17**, p. 1-17.
- 下山正一・亀山徳彦・宮田雄一郎・田代雄二 (1984) 福岡県糸島平野の第四系. *北九州大学文学部紀要*, [B], **17**, p. 39-58.
- 下山正一・佐藤喜男・野井英明 (1986) 糸島低地帯の完新統および貝化石集団. *九州大学理学部研究報告*, 地質学, **14**, p. 143-162.
- 白神 宏 (1983) 周防灘北岸における浜境発達の地域的差異. *地理科学*, **38**, p. 133-141.
- 白神 宏 (1985) FeS₂ 含有量からみた広島平野沖積層の堆積構造. *地理学評論*, **58** (Ser. A), p. 631-644.
- 白石建雄・柴田豊吉 (1986) 秋田平野南部の沖積層. *秋田大学教育学部研究紀要* (自然科学), **36**, p. 203-215.
- 杉村 新 (1987) 海外学術調査「中部太平洋における海面変動とテクトニクス」. *月刊地球*, **9**, p. 490-492.
- 高橋達郎・木庭元晴・菅沼 伸 (1986, 1987 a, b, 1988) 久米島北西岸西銘崎における完新世離水サンゴ礁の掘削 (その 1), (その 2), (その 3), (その 4). *岡山大学研究集録*, **73**, p. 77-101, **74**, p. 157-166, **75**, p. 77-114, **77**, p. 81-92.
- 豊島吉則 (1978) 山陰海岸における完新世海面変化. *地理学評論*, **51**, p. 147-157.
- 辻 誠一郎・南木陸彦・小池裕子 (1983) 縄文時代以降の植生変化と農耕—村田川流域を例として—. *第四紀研究*, **22**, p. 251-266.
- 海津正倫 (1979) 更新世末期以降における濃尾平野の地形発達過程. *地理学評論*, **52**, p. 199-208.
- 海津正倫 (1981 a) 日本における沖積低地の古地理. *愛媛大学教育学部紀要*, 第Ⅲ部, **1**, p. 39-79.
- 海津正倫 (1981 b) 日本における沖積低地の発達過程. *地理学評論*, **54**, p. 142-160.
- 海津正倫 (1983) 常呂川下流低地の地形発達史. *地理科学*, **38**, p. 1-10.
- UMITSU, M. (1985) Natural levees and landform evolutions in the Bengal Lowland. *Geogr. Rev. Japan*, **58** (Ser. B), p. 149-164.
- UMITSU, M. (1987) Late Quaternary sedimentary environment and landform evolution in the Bengal Lowland. *Geogr. Rev. Japan*, **60** (Ser. B), p. 164-178.
- 八木浩司・吉川契子 (1988) 西津軽沿岸の完新世海成段丘と地殻変動. *東北地理*, **40**, p. 247-257.
- 米地文夫・山形 理・本田康夫・千葉えみ子・有賀友子 (1985) 庄内平野北部, 日向川左岸の上部第四系ボーリング資料. *山形県地質誌*, p. 193-201.
- 米倉伸之編 (1986) 現成サンゴ礁の微地形と浅層構造の研究. *昭和 60 年度科学研究費補助金 (総合研究 A) 報告書*, 77 p.
- YONEKURA, N. and OTA, Y. (1986) Sea-level changes and tectonics in the Late Quaternary. *Recent Progress of Natural Sciences in Japan*, **11**, Quaternary research, Science Council of Japan, p. 17-34.
- YONEKURA, N., ISHII, T., SAITO, F., MAEDA, Y., MATSUHISHIMA, Y., MATSUMOTO, E. and KAYANNE, H. (1988) Holocene fringing reefs and sea-level change in Mangaia Island, Southern Cook Islands. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, **68**, p. 177-788.
- 吉川虎雄・太田陽子・米倉伸之・岡田篤正・磯 望 (1980) ニューゼーランド北島北東岸の海成段丘と地殻変動. *地理学評論*, **53**, p. 238-262.
- YOSHIKAWA, T. ed. (1987) *Inventory of Quaternary shorelines—Pacific and Indian Oceans region—*. Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, Japan, 130 p.