日本海と象¹⁾

亀井節夫²⁾

The Japan Sea and Elephants¹⁾

Tadao KAMEI²⁾

This is a summary of the presidential address to the public at the 19th annual meeting of the Japanese Association for Quaternary Research, held at Tottori August 18 ~ 20, 1989. The address had two parts: one was an introduction to the concept of "Quaternary" and the significance of Quaternary research, and the other was an elucidation of the discussion at the symposium on "Paleogeography and Paleoenvironments around the coastal areas of the Japan Sea", exemplified by elephant fossils from the sea-bottom of the southern Japan Sea. The pioneers of Quaternary research in Japan, the German geologists E. NAUMANN and D. BRAUNS, were very interested in the elephant fossils of Japan and published papers on them in 1881 and 1883, respectively. Since that time, the study of elephant fossils and Quaternary research in Japan have been closely related.

Since about 20 years ago, several elephant tusks and molars have been dredged by dragnet fisheries off the San'in district and also off the Noto peninsula in the southern Japan Sea. They were obtained from depths of 120 m to 400 m, on either the continental shelf or on the drowned bank of the sea-bottom. Formerly, those materials were considered to verify the presence of a landbridge in the past around the area of the Tsushima strait between Korea and Kyushu, but now this idea has come to be rejected. The results of analysis for the boring cores drilled at several places on the bottom of Japan Sea afford much information about paleoenvironmental changes during the Late Pleistocene. For example, an inflow of the Tsushima warm current to the Japan Sea, which is one of the remarkable tributaries of the Kuroshio, was reduced or arrested at that time by mixing with fresh water from the Hwang Ho River running through North China. This created a stagnant condition in the bottom water of the Japan Sea, and much influenced the biotic community there. Again, the inflow of the Tsushima warm current to the Japan Sea was regenerated beginning about 6,500 y. B. P.

The elephant fossils on the sea-bottom consist of tusks and molars of Naumann's elephant *Palaeoloxodon naumanni* and a molar tooth of woolly mammoth *Mammuthus primigenius*. The radiocarbon dating carried out for these and others found on land showed that the former was older than 30,000 y. B. P. and the latter was younger, around 20,000 y. B. P. It is known that during the maximal cold phase in the Last Glacial, woolly mammoths came down from Siberia southward to Hokkaido, but did not cross over the Tsugaru strait to Honshu. Therefore, it is reasonable to assume that the remains of woolly mammoths would be transported by drifting from the Hwang Ho area to that off San'in and then sink to the bottom of the Japan Sea. However, the idea is still a matter of imagination, more investigation for the environmental changes during the Quaternary in Japan needs to be done.

1) 1990年4月8日受付. 1989年度日本第四紀学会大会における普及講演.

2) 信州大学理学部地質学教室 Department of Geology, Faculty of Science, Shinshu University.

I. はじめに

日本第四紀学会は、1989年8月18日から20日までの3日にわたり、鳥取県立博物館を会場として、第19回の学会大会をもつこととなった。まず、はじめに、この大会に対し、会場を提供され御協力いただいた長石肇館長をはじめとする博物館の職員の方々、また、この大会の準備と運営に御苦労いただいた豊島吉則大会委員長ほか、鳥取・島根・岡山の会員の皆様に心からの御礼を申し上げる。

今回、この大会で、学会の普及講演として、「日本海と象」というテーマで話をさせていただくことになった。その内容とするところは、近年、日本海の海底で発見されている象化石のことを中心に、日本海に関する第四紀学の研究成果の紹介である。しかしながら、ここに御出席の一般の方々には、“第四紀”とか“第四紀学”という言葉は馴染みのないものと思われるので、若干の時間をいただいて、はじめに解説させていただく。

II. 第四紀について

現在、私は、信州大学の理学部地質学科という所で第四紀学講座を担当している。ところが、いろいろな場所で大学の紹介をする時には、きまって、第四紀学とはいったいどのような研究をしているのかと質問されるのが常である。ことほどさように、第四紀学は、物理学とか生物学などと違って新しい学問分野でもあり、一般には理解されていないといってよい。

46億年前に始まる地球の歴史は、そのときどきの地表における生物の様相をもとに区分されている。たとえば、原始魚類の繁栄したデボン紀、木生シダのリン木^{ぼく}などが世界的に繁茂していた石炭紀、恐竜時代とされるジュラ紀・白亜紀などである。これは、古代・中世、あるいは鎌倉時代・江戸時代のように、社会経済構成体の発展段階や政治形態をもとに人間の歴史を区分するのと同様である。第四紀は、そのように区分された地球の歴史の一時代、つまり地質時代の一つで、現在を含むもっとも新しい地質時代ということになる。

昔は、地球の歴史を古い方から、第一紀、第二紀、第三紀、第四紀とよんだこともあったが、地球上での生物の変遷が化石によってくわしく分かるにつれ、古生代、中生代、新生代のように改められ、今日では第三紀と第四紀が新生代の中より小さな区分として残されている。したがって、本当は第四紀というのが正しいのであるが、よびにくいので第四紀が普通に用いられている。

ところで、このような地質時代は、単なる抽象的な概

念ではなく、実体としての地層が認識の基礎にある。その地層は、砂とか泥という物質によって示されるとともに、含まれている化石からの情報によってある特定の生物の進化で示される時間を内包している。第四紀という地質時代は、イタリアのカラブリア層という地層を基準にしており、前の地質時代の第三紀との境界はこのカラブリア層の基底におかれ、その年代は約164万年前と見積もられている。

また、第四紀は人類の時代といわれるが、この164万年という年代から見れば、人類の起源はさらに古く、第三紀にさかのぼることが知られている。したがって、第四紀は、人類の誕生から現在までというよりも、人類の発展した地質時代ということになる。また、第四紀は、寒冷な氷期（または亜氷期）と温暖な間氷期（または亜間氷期）の頻繁な繰り返しのあった氷河時代によっても特徴づけられている。つまり、今日の人間の存在、また私たちの身近にある自然は、人類の発展と氷河時代における自然の移り変わりとかかわりの結果としての歴史的産物なのである。

このような見地から、第四紀の人類と自然とかかわりの歴史をあきらかにし、それから未来の人類と自然のありかたの問題を研究する学問分野が「第四紀学」ということになる。

III. 象と第四紀学

1976年に、日本第四紀学会の創立20周年を記念して出版された「日本の第四紀研究 その発展と現状」によると、“わが国における第四紀の研究は、明治政府に招かれて来日したブラウンス(D. BRAUNS)が、東京付近の第四紀層を調べて、1881年に発表したのに始まるとされている”(p. 2)と述べられている。また、同様にお雇い外国人学者であったナウマン(E. NAUMANN)も、1879年に、東京付近の先史時代、歴史時代の海岸線の変遷について論じ、第四紀の古地理図をえがいたこともよく知られている。

このように、第四紀の地層や古地理の研究が、開発や環境保全の将来計画を立てる上で基礎的なものであることは、その当時にも認識されていた。なお、面白いことは、ナウマンもブラウンスも、これらの研究に関連して日本の象化石についての研究もしていることである。ナウマンは、化石象のナウマンゾウにその名をとどめているが、現在は象が住みついていない日本列島から多種多様な象化石が出土することに関心をもった。この時から、人間と自然とかかわりをあきらかにする上で、日本の象化石は第四紀の研究とは切っても切れない関係を

もつこととなった。

日本第四紀学会は、国際第四紀学連合（INQUA）に対応する国内機関として、1951年に、日本学術会議地質学研究連絡委員会の中に設けられた、第四紀小委員会に始まっている。もとより、これ以前にも第四紀に関する研究は行われていたが、地質学とか地理学、あるいは考古学といったそれぞれの専門領域内での中のものであり、第四紀学という学際領域は確立していなかった。

第四紀小委員会は、別名として INQUA 日本支部とよばれたが、発足の当時は 37 名の委員で構成されていた。この小委員会を母体として、1956 年に日本第四紀学会が創設され、204 名の会員が参加した。1972 年には会員数は 1,000 名をこえ、創立後 33 年を経た現在は 1,800 名をこえることとなり、会員の専門分野も、地質学、地理学、古生物学、人類学、考古学、土壌学、地球化学、地球物理学、動物学、植物学、工学と多岐にわたっている。

今回、この学会大会では、「日本海沿岸の古地理と古環境—第四紀における陸橋問題を中心にして—」というテーマのシンポジウムがもたれるが、日本第四紀学会としては、これまでに 3 回も日本海をテーマとしたシンポジウムをもった。そのことから分かるように、日本の第四紀の研究にとっては、日本海の問題はきわめて重要な問題なのである。

日本列島の自然およびそこに住む人間は、アジア大陸とのかかわりが強いことはいうまでもないが、その間に存在する日本海が第四紀を通してそれらに及ぼした影響は大きい。今回のシンポジウムでは、その問題、とくにアジア大陸と日本列島をつないでいたとされる陸橋の問題をめぐる、最近の研究成果が話題に提供され、活発な議論が展開されよう。したがって、この普及講演は、いわばその前座にあたるものであり、ここでは、日本海の海底の象化石のことを中心に、第四紀の研究のプロファイルのいくつかを紹介することとしたい。

IV. 象の渡来

日本列島には象は住みついていないので、昔の人たちは、画とか彫刻などから象のことを想像するはかなかった。

北京郊外にある明の十三陵の入口には、実大あるいはやや大きめの象、キリンなど 2 千の石獣や文官、武官の石像が道をはさんで並び、壮観である。その中に、前肢と後肢をそれぞれ前と後に曲げて腹ばいとなっているアジア象の彫像があるが、それからは象がいかに大きなかを実感としてとらえることができる。しかし、画や彫

刻からだけでは、私たち日本人の先祖たちは、象の大きさを想像することは難しかったにちがいない。

もともと想像という言葉は、前 2 世紀の中国の古典「韓非子」によると、“象を見たことのない人たちが、象をえがいた画を見て、生きた象を想う”ということだといわれる。このように、昔から象は珍獣として扱われ、また、象闕という言葉、つまり天子の居所を指す語に象の文字をつけるように、中国では権威の象徴ともなってきた。

歴史上、日本に初めて象が渡来したのは、1408 年（応永 15 年）6 月のことであったという。足利将軍義持のために南蕃船が若狭國（福井県）の小浜に貢物としてもたらした黒象 1 頭がそれである。ただし、その 3 年後には、この象は、義持から朝鮮国王に献上されたことが記録されている（高島、1950）。

このように、大陸あるいは南方からの渡来は日本海ルートが中心であり、古くから日本海は日本の表玄関であった。江戸時代の寛永年間に、小浜から下関、瀬戸内海を経て大阪に至る“北廻り航路”が開かれるまでは、“松前船”のように、北からのルートが日本海におかれていた。

日本海には、黒潮から分かれた対馬暖流が流れこんでいるが、この海流の流れは意外なものを運んでくる。東シナ海から、対馬海峡と朝鮮海峡を通して日本海に入った対馬暖流は、山陰から能登半島に沿って北上し、津軽海峡から太平洋に流れ出る主流と、隠岐島の西方で分かれるものや、対馬の東方で北へ流れて、朝鮮半島の沿岸に近づいてから東流するものなど、いくつかの分枝があることが知られている。対馬暖流の暖かい水は、密度が小さく、日本海の冷たい水の下にもぐることなく、たえず表層を流れて北上を続けている。

この対馬暖流が、遠くから思いがけないものを運んでくる例を、江戸時代末の鈴木牧之^{ぼくし}による「北越雪譜」の記述からあげることにしよう。その二編 巻之四に、「蛾眉山下橋柱」という章があり、文政 8 年（1826 年）の 12 月に、越後の椎谷^{しひや}の漁師が海岸で流れついた漂木を薪にしようと持ちかえったという話である。軒下で乾かしている時、通りかかった好事家が、その木に蛾眉山下橋という文字があるのに気がついた。蛾眉山とは、長江（楊子江）の上流にある山の名であり、そこにあった橋柱が 500 里にわたって河を流れ、東シナ海に入ってさらに 500 里も海流によって運ばれ、はるばる越後の海岸にたどりついたということなのである。

現在も、山陰、北陸、越後の海岸には、このように遠くから運ばれてきたものが打ち上げられている。初冬の

日本海の浜辺には、南の海から運ばれてきたうすい紙のようなタコブネの殻を見かけることもよくある。また、日本海に沿う山陰、北陸さらに信州北部の第三紀中新世の地層からは、そのような南から運ばれてきたタコブネやアツリア（オウムガイの仲間）の化石が産出しているが、対馬暖流のはたらきは、そうした 1,500 万年も前から今日まで引き続いている。

このような対馬暖流の流れは、次に述べる日本海の海底の象化石のなぞに対して、一つのヒントを与えてくれるが、第四紀のこの対馬暖流の消長は、日本海的环境、それをめぐる地域の自然にとって大きな影響を及ぼしてきた。

V. 日本海の象化石

海底からの象化石の産出は、北海や北米東岸の大西洋底、また、日本では瀬戸内海底のものが古くから知られている。しかし、日本海の高底からも象化石が産出することは、今から 25 年前に初めて知られた。

1964 年（昭和 39 年）の 11 月 7 日、朝日新聞（大阪版）の朝刊の社会面の片隅に、兵庫県の香住町の漁船が、11 月 5 日に島根県日御碕沖で松葉ガニを獲る底引き網にゾウの牙らしいものをひっかけ、水産庁日本海漁区水産研究所の香住支所にとどけたという記事がのっていた。この小さな囲み記事が、日本海海底のゾウ化石発見の第 1 報となった。

香住支所の浜部基次所長（当時）の御厚意により、石田志朗氏とともに同支所でその第 1 号標本を調査した。全長 186 cm、重さ 50 kg の、先端から根本までの完全なかたちの象牙で、海底にあったために苔虫や貝殻が付着し、引き上げた時のワイヤーの傷跡が生々しかった。この標本は、日御碕沖の深度 210 m の海底から、美嶋丸（稲垣二郎船長）によって引き上げられたもので、船主の嶋崎数雄氏より京都大学へ寄贈された。

その後も、日本海南部の海底からは、松葉ガニの底引き網にかかって、相次いで象牙が引き上げられた。それらは、いずれも完全に近いもので、かつ、強くねじれ湾曲していた。

その当時は、象牙の形態だけで象の種類をきめることは困難であった。瀬戸内海の高底からはたくさんの象化石が引き上げられていて、その中に象牙も含まれていたが、いずれも断片的なもので、全体のかたちを知ることではできなかったのである。京都大学には、日本で多産する化石象のナウマンゾウの完模式標本があり、浜名湖東岸の佐浜産の臼歯のついた下顎骨、左右上顎臼歯および右牙（切歯）から構成されていたが、その牙の形態は日

本海底のものとはちがって湾曲はしているもののねじれはなかった。

そのようなことと、海底のものがあまりにも“生々しい”印象を与えることから、日本海底の象牙は現生の象のもの、つまり象牙交易に関係したものではないかという疑問ももたれた。しかし、それとて、確たる証拠があったわけではなく、象の種類をきめる手がかりとなる頭骨や臼歯の化石の発見が期待されたのであった。

このことに関心をもった朝日新聞豊岡支局（当時）の藤田泰之氏により、臼歯の第 1 号標本が発見された。第 1 号標本の牙と同じく、1964 年の 11 月に、吉岡修一氏所有の共進丸が深度 280 m の海底から採取したもので、香住町若松の竹中豊秋氏宅の玄関にあったもので、1966 年の 4 月に見つけられた。

この臼歯化石がナウマンゾウのものであることがあきらかとなり、それまでの牙もナウマンゾウのものである可能性が強まった。しかし、このことを決定的に裏付けたのは 1969・1970 年の北海道十勝平野の忠類村での一体分のナウマンゾウ骨格の発掘であった。そこでは湾曲してねじれた牙と特徴的な臼歯が、そろって出土した。また、長野県野尻湖底や東京都中央区浜町（地下鉄の浜町駅工事現場）など、各地での発掘によって、そのことが相次いで確認された。

このナウマンゾウの牙のねじれのはことは、以前にも気づかれていた。東京都台東区南稲荷町の地下で発見された牙化石を調査した国立科学博物館の尾崎博古生物部長（当時）は、その形態がナウマンゾウの完模式標本とは異なることに疑問をもっていた。

ナウマンゾウの命名者であり、完模式標本となった佐浜標本を最初に研究した横山次郎教授（故人）にお聞きしたところ、佐浜標本の牙は折れており、それを復元する際に、ナウマンゾウに近縁とされたヨーロッパのアンチクウスゾウの牙で、大英博物館の標本を参考にしたとのことであった。アンチクウスゾウの牙は、真っすぐであるのが特徴とされている。このことから、完模式標本の牙を検討してみると、折れた部分を接合して復元する時に、人為的に真っすぐにつなげていた。

このようにして、日本海の高底の象の牙から、ナウマンゾウの牙の実際の形態が確かなものとなった。現生のアフリカゾウやアジアゾウの牙は、ゆるく湾曲するが、一般に真っすぐ前方に突出している。これに対して、シベリアやアラスカの“冷凍”マンモスのプリミゲニウスゾウの牙は、大きくループをえがく。ナウマンゾウの牙は、まず外側に開き、下方から上方へ湾曲しながら先端が内側へねじれる。このナウマンゾウの牙の特徴は、巨

図1 日本海山陰沖海底産象化石の産出地点

黒丸はナウマンゾウ、二重丸はマンモスゾウの化石採集地点を示す。

(亀井 (1967), 赤木 (1981), 星見・森岡 (1987), 西尾 (1985), 高橋ほか (1982) にもとづいて編図)。

大なマンモスを代表する北アメリカの化石象のコロンビアマンモス (肩の高さ約 4 m) の牙の形状と酷似していることは興味深い。

VI. 海を渡る象

日本海の海底の象化石は、その後も引き続いて産出が報告されている (亀井, 1967; 赤木・大久保, 1981; 赤木, 1981, 1983; 西尾, 1984, 1985; 星見・森岡, 1987; 星見, 1987) (図 1)。それらの産出地点は、現在 14 地点が報告されているが、すべて隠岐島以西の水深 120 m~270 m の海域に限られていた。この水深からいえば、これらの象化石は大陸棚上のものであり、最終氷期の極寒冷期に海面が低下し、大陸棚が陸化したとすれ

ば、これらのナウマンゾウの化石の存在は、その時期の日本列島とアジア大陸との陸橋接続の証拠を示すものではないかと考えられていた。

海底の象化石の発見の初期、1964 年から 1966 年にかけては、日本海のナウマンゾウの標本は、化石研究会の象の団体研究グループによって、臼歯のエナメル質の微細構造や結晶構造、牙のぞうげ質のアミノ酸組成、タンパク質の X 線回折についての研究が行われ、野尻湖のナウマンゾウよりも保存がよく、20,000~30,000 年前のものだと推定された (亀井, 1967)。また、その当時には、北海道大学の湊正雄教授 (故人) は、青函トンネル工事のために、海上保安庁水路部が作製した津軽海峡西口の海底地形図の解析から、最大海面低下量を -140 m

という見解を示していた(湊, 1966)。

現在の海水準より 140 m も海面が低下すれば、朝鮮海峡は陸化し、陸橋接続は可能となる。しかし、山陰沖の海底の象化石の産出地点はさらに深く、その当時には 250 m, 280 m の水深からのものも報告されていた。この海域の海底平坦面の深度は他地域より深く、各面が一樣に 200 m~300 m ずつ深い。このことは、大陸棚が海面低下期に形成されてから、山陰沖ではとくに沈降運動が大きかったためと考えられていた(佐藤・小野, 1964)。このことから、亀井(1967)は、山陰沖の大陸棚面の沈降量を年間 2~5 mm と仮定すれば、ナウマンゾウは大陸棚が陸化していた時期のものとするのができると述べた。

その後、1970 年代から 1980 年代にかけて、日本海の古環境についての研究には、飛躍的な発展が見られた。それらは、海底コアを用いての研究で、有孔虫や珪藻、ナンノ化石など微ないし超微化石による古気候(小泉格、氏家 宏、市倉賢樹、米谷盛寿郎、加藤道雄、高山俊昭、谷村好洋、酒井豊三郎の各氏ら)、有孔虫殻の酸素同位体比による古水温(大場忠道氏ら)、鉱物学および地球化学からの酸化・還元堆積環境、広域火山灰によるコアの対比および堆積物の年代測定という多面的なものである。これらの研究から、最終氷期以降の日本海の海洋環境の変遷の大局はあきらかにされてきた。

その大要は、大場忠道氏らによってまとめられている(大場ほか, 1984)。

1) 85,000~30,000 年前には、古水温が低いことから、対馬暖流の流入はなく、黄河の影響を受けた九州西方の表層海水が流入していた。

2) 30,000~20,000 年前には、淡水の供給によって日本海の表層水は低塩分となり、海水の成層構造が発達し、鉛直混合がほとんどなくなり、もっとも還元性の強い環境となった。

3) 20,000~10,000 年前には、親潮が津軽海峡から日本海に流入し、表層水が対馬海峡から流出していた可能性がある。

4) 10,000~8,000 年前には、対馬暖流が一時的に流入したり、停止したり、今日の状況への過渡的段階にあったとされる。

5) 8,000 年前~現在には、対馬暖流は日本海に流入し、とくに 6,300 年前以降に現在と同様な海洋環境がつけられた、としている。

このように、日本海の海洋環境の変遷について多くのことがあきらかにされたほか、海水準の低下量についても新しい知見がもたらされた。-140 m に対して、-80

±5 m (大嶋, 1980) や -100 m ± (亀井・ウルム氷期以降の生物地理総研グループ, 1981) が、最終氷期の最大海水面低下量とされてるようになった。全世界的に見ても、その値は、-100 m ± として一般的に扱われているが、16,000 年前までの約 4,000 点以上の放射性炭素によって年代が測定されているデータでも、10,000 年前より古いものではかなりのバラツキがあるともされている(PIRAZZOLI *et al.*, 1989)。また、日本列島の哺乳動物化石群の解析からも、日本列島は、最終間氷期に地理的隔離が完成し、最終氷期における大陸からの哺乳動物の移入は、北方からの若干の寒冷系のものを除いてはなかったとされることとなった(河村, 1985; 亀井ほか, 1988 a, b; 河村ほか, 1989)。

それでは、日本海底のナウマンゾウは、いつ、どのようなにして、という問題が残る。

そもそも、陸橋ということは、互いに関係が深い動・植物が海をへだてて別々の地域に住んでいる時、それらの地域を結びつける陸地の存在を仮定する概念で、前世紀末から今世紀初頭にさかんに用いられていた。極端な例では、東南アジアと南米に同じくバクがいるということだけで、南太平洋を横切る陸橋が想定されたこともある。ユーラシアと北米大陸との間には、ベーリング海峡の地域を通して動・植物の交流があったことはよく知られていて、ベーリング陸橋が想定されていた。しかし、そこは単なる動物たちの通過の場だけではなく、むしろ両大陸の動・植物の混在する独特の生物区としての陸域、ベーリンギア、あるいはシベリア東部とアラスカを含むベーリンギタという大地域が認められるようになっている(KONTRIMAVICHUS *ed.*, 1986)。

動物の移動には、単に陸地をつたって行けばかりでなく、漂流物にのったり、泳いだりして“海を渡る移動”という考えは古くからあった。「気候と進化」(1915)の著者として知られるマッシュュー(W. D. MATTHEW)は、東インド諸島の更新世の小型の化石象の分布を、この考えで説明しようとした。このような海を越しての移動については、シンプソン(G. G. SIMPSON)は、その概念を発展させて、「スイープステーク分散(Sweepstakes dispersal)」とよんだ。“一獲千金”というような意味で、海を越す移動は危険をとまぬ成功の機会が少ないが、うまく行けば大成功をするという意味である(SIMPSON, 1983)。長い地質学的時間の中ではこのような成功をする確率も高まるわけで、島々への陸生哺乳動物の分布はこれによって説明できることが多いとする。この説は、東インド諸島ばかりでなく、地中海の島々にいた小型の象や河馬の化石の分布についても、適用され

表1 日本海山陰沖海底産象化石の ^{14}C 年代値

標本名	鳥博4号	広 沢	京大2号	鳥博3号(沢田)
測定値(y.B.P.)	35,560 $\pm$ 1,300	38,500 $\pm$ 600	29,000 $\pm$ 300	23,680 $\pm$ 880
測定番号	Gak-12898	NUTA-478	NUTA-477	NUTA-633
測定試料	ナウマンゾウ左上切歯	ナウマンゾウ左上切歯	ナウマンゾウ左上切歯	マンモスゾウ左下顎 第3大臼歯
採取者	田中 真弘	広沢 栄一	開 進 丸 (山口治雄船長)	沢田 徳重
採集年月日	1985年5月22日	1973年10月18日	1964年11月26日	1984年11月中旬
採集地点	ロランA(4局 1081, 5局2370), N. 35°30'59", E. 130°58'43"	日御碕西方31マ イル N. 35°31', E. 132°5'	日御碕西北西47 マイル 農林漁区(1日) 207番	温泉津沖約30 km, 農林漁区 8701号 N. 35°20'~30', E. 131°50'~132°
水深	-166 m	-176 m	-250 m	-200 m
標本保管場所	鳥取県博	鳥取大・教育・地学	京都大・理・地鉱	鳥取県博
文献	星見・森岡, 1987 同 上	秋山ほか, 1988 赤木, 1981	秋山ほか, 1988 亀井, 1967	秋山ほか, 1989 西尾, 1985

ている (SONDAAR, 1986).

とくに、象はよく泳ぐことが知られ、カリフォルニアのノーザン・チャネル諸島のマンモスゾウの化石は、ゾウが氷期の海面低下期には、幅が6 kmに狭くなったサント・バーバラ海峡を泳いで渡ったことを証明しているという (JOHNSON, 1978). 日本列島のナウマンゾウについても、そのような点からも検討してみる必要があるう。

VII. ナウマンゾウとマンモスゾウ

日本海の象化石の分布は山陰沖に集中している。また、その深度は、120 m から 270 m にわたっている。ところが、1980年6月に、新潟市の底引き網漁船の吉宝丸が、能登半島の沖合約110 kmの白山瀬で操業中に、象の臼歯化石1個を引き上げた。白山瀬にある二つの堆のうち、東側の堆の南西側斜面で水深は430 m、ナウマンゾウの左下第3大臼歯とされる (高橋ほか, 1982) (図1)。したがって、日本海底のナウマンゾウ化石の分布は、山陰沖ばかりでなく、東経137°17'から130°20'にかけての海域で、水深は120 m から 430 m とかなり幅広くなった。

今から3年前に、鳥取県立博物館に集められていた海底の象の臼歯化石が、補強のために京都の西尾製作所にもたらされていたことがある。それらは、みなナウマンゾウの臼歯とされていたが、たまたまそこに来合せていた横浜国立大学の長谷川善和教授が、その中の沢田標本とよばれているものがナウマンゾウのものとは異なり、

マンモスゾウではないかという疑問をもった。連絡をうけて調査したところ、あきらかに北海道で発見されているマンモスゾウの臼歯化石に形態上の形質がよく一致することが分かった。

マンモスゾウの化石は、日本では北海道でのみ知られている。マンモスのなかまで、プリミゲニウスマンモスとされるものであるが、臼歯の形態からは古型の形質をとどめていることも分かっていた。また、それらは中国東北部のズンガリマンモスとよばれるものとの類縁関係も予想されていた (亀井, 1987)。

それでは、なぜ、北海道でしか見つからないマンモスゾウの化石が山陰沖の海底にあったのであろうか。

山陰沖の象化石については、層位的な位置づけができないため、学習院大学木越研究室および名古屋大学アイソトープ総合センターにおいて、放射性同位炭素による年代測定がなされてきたが、これまでに報告されているものについては表1に示される (星見・森岡, 1987; 秋山ほか, 1988, 1989)。

すなわち、まず、いずれも同一の年代値を示していないということがいえる。次に、マンモスゾウの23,630 $\pm$ 880 y. B. P. に対して、ナウマンゾウは29,000 $\pm$ 300, 35,560 $\pm$ 1,300, 38,500 $\pm$ 600 y. B. P. と、いずれも、より古期のものであることを示している。また、年代値と深度とは無関係であるということが分かった。

これらの年代値は、象化石そのもの (コラーゲン) から求められたものであるが、同様な方法あるいは共産する炭質物からの年代値のものを含めて、これまでに報告

図2 ナウマンゾウとマンモスゾウの ^{14}C 年代値と高度(深度)分布との関係図

黒丸はナウマンゾウ、二重丸はマンモスゾウを示す。

されているいくつかのナウマンゾウとマンモスゾウの年代値をひろくと、高度(深度)と年代値とのダイアグラムは図2のように示される。

この図によってあきらかとなったことは、日本列島におけるナウマンゾウとマンモスゾウの生息期間はたがいに異なっているということである。前者は、岐阜県の熊石洞の $16,720 \pm 880$ y. B. P. をのぞけば、3万年前より古い方に集中する。これに対して後者は、2万年前後の年代値を示し、両者の境は3万年前ごろにおかれることになる。

シベリアのマンモスゾウおよび大型草食獣の放射性同位炭素による年代値を見ると、5万年前から1万年前にかけてその盛衰に周期的な変化が見られる(UKRAINTSEVA, 1985)。これとくらべると、北海道のマンモスゾウの時期は、もっとも寒冷であったとされるサルタン氷期にあたり、マンモス動物群の南下した時期にあたることが分かる。北海道のマンモスゾウ生息時の古

環境は、星野・松沢(1987)によると、ハイマツを中心に、ゲイマツ、ツツジ科、コケスギランなどが見られる寒冷で乾燥したツンドラないし寒地荒原的な状況が推定されている。

マンモスゾウの生態環境は、冷凍マンモスの胃袋中の食物などから判断する限り、今日のような湿地ツンドラとちがいで、乾燥した草原ツンドラであった(KOWALSKI, 1980; UKRAINTSEVA, 1985)。このような環境は、本州地域にあっては、最終氷期といえども存在しなかった(亀井・ウルム氷期以降の生物地理総研グループ, 1981)。また、マンモスゾウおよびマンモス動物群の南限は、津軽海峡から中国東北部の吉林省、遼東半島、河北省から貴州、四川にかけて引かれている(KAHLKE, 1975)。

以上のことから、日本海海底のマンモスゾウは、本州地域に生息していたものとは考えられない。したがって、北海道、あるいは日本海周辺の東アジアの地域、または、対馬海峡を経て流入していたとされる黄河の水に

よって運ばれてきた可能性がある。

このマンモスゾウは、その年代値や日本海に淡水が供給されていたという古環境、そのほか、チェジュ（済州）島の南西の東シナ海海底の水深 100~115 m の地域には黄河の古いチャネルと思われる地形および堆積物の存在（BUTENKO *et al.*, 1985）が報告されていることから、黄河流域から対馬海峡を通り山陰沖に運ばれたといえる。象は、死後、腹部に腐敗ガスが充ちて水面に浮かび、遠く流されてから脱ガスによって海底に沈むとされる。

しかしながら、この時期に日本海に淡水を供給したものとして、日本海周辺の河川水とする考え（小泉, 1984）もあるし、リンドベルグ（G. U. LINDBERG）の“古アムール河”のような考え（西村, 1974）もあるので、それらについても今後、十分に検討する必要がある。

これに対して、日本海底のナウマンゾウの起源については、当時の日本海沿岸地域に生息していた集団のものからもたらされたものであるといえる。同時期の、秋田、山形、新潟、富山、石川および山口の各県の日本海沿岸地域の地層からは、白歯の形態が同様な形質のナウマンゾウの化石が産出している。さらに、五島列島周辺の海底や黄海の白翎島沖の海底からもナウマンゾウの白歯化石の産出が知られている。なお、山陰沖にナウマンゾウ化石の産出が集中しており、その中には完全に近い牙の化石が多く、全体的に保存がよいことは、それらが産出地点に近い周辺地域からのものであることを物語っている。また、有機物の保存状態がよく、化石のセメント質に見られる鉄バクテリアの付着（小林・須賀, 1971）から見て、長く嫌気的条件のもとにおかれていたものであることが分かる。このことは、ナウマンゾウ生息時における日本海古環境の推定とも矛盾しない。

以上のことから、日本海南部海底のナウマンゾウやマンモスゾウの象化石は、現在の大陸棚が陸化した時、そこに生息していたものではなく、日本海古環境の変遷にともなう現在とは異なる対馬暖流の流れによって、遠く、および周辺地域から漂流し、脱ガスによって海底に沈んだものといえる。

VIII. あとがき

本稿は、1989年8月18日に、日本第四紀学会第19回大会に際し、鳥取県立博物館で行った普及講演の原稿からまとめたものである。講演にあたっては、OHPおよびスライドを使用し、原稿もそれにそって話し言葉で書かれてあった。したがって、本稿をまとめるにあつ

ては、省略や書き直しをせざるを得ず、そのため、はなはだまとまりの悪いものとなってしまった。

この講演は、第四紀および第四紀学会の紹介と最近に発見された日本海底の象化石を話題として、本大会でのシンポジウム「日本海沿岸の古地理と古環境」の内容の一部を一般の方々に解説することを目的とした。マンモスゾウの化石の発見を機会に、日本海の第四紀古環境の研究について、いろいろと質問をいただき、多くの問題点をあきらかにすることができた。今後の研究の重要性を痛感するとともに、研究の発展を期待する。

謝辞 本講演にあたり、貴重な見解、資料、文献の教示を賜った次の諸氏に厚く御礼申し上げる：赤木三郎、秋山雅彦、亀井順一、河村善也、木越邦彦、斉藤文紀、酒井潤一、高橋啓一、中井信之、中村俊夫、那須紀幸、西尾護、西村昭、長谷川善和、星見清晴。

また、この機会を与えていただき、はげましを受けた日本第四紀学会の小池一之幹事長ほか、小池裕子、上杉陽、小泉武栄、真野勝友、杉原重夫、中川久夫、原雄の諸幹事各氏には、心からの御礼を申し上げる。

引用文献

- 赤木三郎（1981）山陰沖海底ナウマンゾウ化石。鳥取大学教育学部研究報告, **30**, p. 57-64.
赤木三郎（1983）鳥取の象。鳥根県博物館協会会報, no. 28, p. 1-4.
赤木三郎・大久保雅弘（1981）山陰化石物語。281 p., たち書房。
秋山雅彦・亀井節夫・中井信之（1988）日本海山陰沖海底産ナウマンゾウの加速器質量分析計による ^{14}C 年代。地球科学, **42**, p. 29-31。
秋山雅彦・亀井節夫・中井信之（1989）海底産ゾウ化石の ^{14}C 年代。化石研究会誌, **22**, p. 22-23。
BUTENKO, J., MILLIMAN, J. D. and YE YINGCAN（1985）Geomorphology, shallow structure, and geologic hazards in East China Sea. *Continental Shelf Research*, **4**, p. 121-141。
星見清晴（1987）山陰沖海底から産出するナウマンゾウ化石について。郷土と博物館（鳥取県立博物館）, **32**, p. 8-13。
星見清晴・森岡 弘（1987）山陰沖海底産ナウマンゾウ化石の ^{14}C 年代。地球科学, **41**, p. 248-250。
星野フサ・松沢逸巳（1987）マンモスゾウ生息時の古環境—とくに最終氷期最寒冷期について。松井 愈教授記念論文集, p. 79-89。
JOHNSON, D.（1978）The origin of Island Mammoths of the Northern Channel Islands, California. *Quat. Res.*, **10**, p. 204-225。
KAHLKE, V. H. D.（1975）Die Südgrenze des spätpleistozänen Europäisch-Sibirischen Faunenblocks in Ostasien. *Quartärpaläontologie*, **1**, p. 243-253。

- 亀井節夫 (1967) 日本海南部海底のナウマン象化石. 九十
九地学 (京都大学教養部地学研究報告), no. 2, p. 24-
31.
- 亀井節夫 (1987) 北海道根室海峡で新たに発見されたマン
モスゾウ臼歯化石. 松井 愈教授記念論文集, p. 1-12.
- 亀井節夫・ウルム氷期以降の生物地理総研グループ
(1981) 最終氷期における日本列島の動・植物相. 第四紀
研究, **20**, p. 191-205.
- 亀井節夫・樽野博幸・河村善也 (1988 a) 日本列島の第四
紀地史への哺乳動物相のもつ意義. 第四紀研究, **26**,
p. 293-303.
- 亀井節夫・河村善也・樽野博幸 (1988 b) 日本の第四系
の哺乳動物化石による分帯. 地質学論集, no. 30, p. 181-
204.
- 河村善也 (1985) 最終氷期以降の日本の哺乳動物相の変遷.
月刊地球, no. 72 (最終氷期の古環境), p. 349-353.
- 河村善也・亀井節夫・樽野博幸 (1989) 日本の中・後期更
新世の哺乳動物相. 第四紀研究, **28**, p. 317-326.
- 小林巖雄・須賀昭一 (1971) 日本海海底から採集されたナ
ウマン象臼歯化石の表層部にみられる変質現象. 地質学
雑誌, **77**, p. 765-769.
- 小泉 格 (1984) 珪藻—KH-79-3, C-3 コアの解析を中心
にして—. 月刊地球, no. 63 (最終氷期以降の日本海),
p. 547-552.
- KONTRIMAVICHUS, V. L. (ed.) (1986) *Beringia in the Ceno-
zoic Era*. 724 p., Balkema.
- KOWALSKI, K. (1980) Origin of mammals of the Arctic
tundra. *Folia Quaternaria*, **51**, p. 1-16.
- 湊 正雄 (1966) 日本列島最後の陸橋. 地球科学, no. 85・
86, p. 2-11.
- 日本第四紀学会 (編) (1976) 日本の第四紀研究—その発展
と現状. 415 p., 東京大学出版会.
- 西尾 護 (1984) 山陰沖海底のナウマンゾウ及びその他の
化石について. 鳥取県博物館協会会報, no. 30, p. 6-9.
- 西尾 護 (1985) 山陰沖海底のナウマンゾウの化石につい
て. 鳥取県博物館協会会報, no. 32, p. 2-4.
- 西村三郎 (1974) 日本海の成立 (改訂版). 227 p., 築地書
館.
- 大場忠道・大村昭雄・加藤道雄・北里 洋・小泉 格・酒
井豊三郎・高山俊昭・溝田智俊 (1984) 古環境変遷史.
月刊地球, no. 63 (最終氷期以降の日本海), p. 571-574.
- 大嶋和雄 (1980) 海峡地形に記された海水準変動の記録.
第四紀研究, **19**, p. 23-39.
- PIRAZZOLI, P. A., GRANT, D. R. and WOODWORTH P.
(1989) Trends of relative sea-level change: Past, present
and future. *Quat. Intern.*, **2**, p. 63-72.
- 佐藤任弘・小野晃司 (1964) 日本海山陰沖海域の海底地
質. 地質学雑誌, **70**, p. 434-445.
- SIMPSON, G. G. (1983) *Fossils and the History of Life*. 239 p.,
Scientific American Books Inc.
- SONDAAR, P. Y. (1986) The Island Sweepstakes. *Natural
History*, **95**, p. 50-57.
- 高橋啓一・小林巖雄・本間義治 (1982) 日本海の白山瀬よ
り発見された長鼻類臼歯化石. 第四紀研究, **21**, p. 95-
99.
- 高島春雄 (1950) 動物渡来物語. 218 p., 学風書院.
- UKRAINTSEVA, V. V. (1985) Forage of the large herbivor-
ous mammals of the epoch of the mammoth. *Acta Zool.
Fennica*, **170**, p. 125-220.