

## 中海・宍道湖の自然史研究 — その5, 宍道湖における1985年度柱状採泥 —

中海・宍道湖自然史研究会\*・松本英二\*\*  
井内美郎\*\*・水野篤行\*\*\*

Natural history of the Nakano-umi and Shinji Lakes  
— V. Core Sampling of the Lake Shinji in 1985 —

NAKANO-UMI AND SHINJI-KO RESEARCH GROUP, Eiji MATSUMOTO,  
Yoshiro INOUCHI and Atsuyuki MIZUNO

中海・宍道湖自然史研究会(略称NSR)は島根大学理学部地質学教室の構成員を中心に組織されており、1982年以来、一連の研究(その1~4)を本研究報告に発表してきた。今回は1985年3月から8月にかけておこなった柱状採泥について、肉眼および軟X線観察、スミヤスライドによる鏡下の観察、炭素窒素比(C/N)、さらに<sup>210</sup>Pb法および<sup>137</sup>Cs法による年代学的研究の成果について報告する。年代測定については、1985年度の卒業研究として、玉井が地質調査所において、松本の指導のもとで協同研究をおこなったものである。C/Nについては、次にのべる科学研究費補助金により、島根大学理学部地質学教室に新たに設置されたCHNコーダーを使用しておこなった。

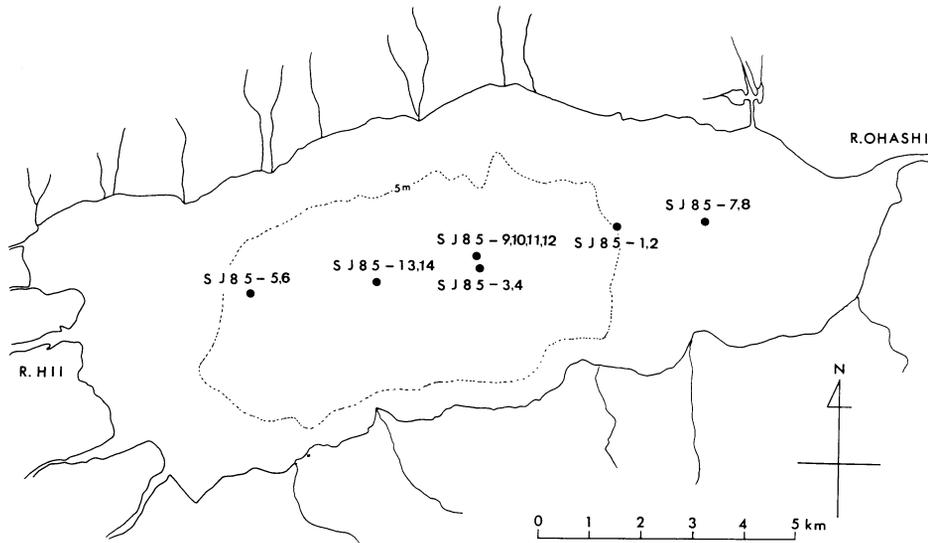
宍道湖の柱状採泥は、すでにNSR(その1, 1982)において4地点についておこなっており(コア長41~85cm)、生物遺体や構成物質が垂直的に系統的な変化をすることが認められ、周辺地域における史実との関係が、中海の2地点の採泥結果とあわせて、予察的に論じられた。また、徳岡・大西・高安(1985)では、その後の研究の進展も含めて史実との関係が整理され、さらに大西(1985)では花粉遺体の再検討から、史実との対応関係がより明瞭なものとなった。すなわち、宍道湖でみると、湖底下数10cm以深では汽水環境、それより浅くなるとしだいに淡水化してゆき、淡水環境となり、湖底下10~20cm下位になると再び汽水化して、現在の環境に近づくことが明らかになった。こ

れらの事実を史実と結びつけてみると、淡水化していく層準が1635年(あるいは1639年)といわれる江戸時代の大川(斐伊川)東流に、また再び汽水化していく層準が江戸時代末期からそれ以後にかけておこなわれた佐陀川の開さくや大橋川の浚渫に相当するのではないかと推定されたわけである。しかしながら、この推定は文献学的資料にもとづいており、堆積層の年代を直接的に知ることが強く求められていた。また、その研究が予察的なものであったことから、さらに詳しい検討をおこなう必要があった。本研究はそのような背景のもとになされたものである。幸いなことに、本研究の進行中に、1985年度から文部省科学研究費補助金による『中海・宍道湖の環境変化に関する研究』(一般A, 60~63年度, 課題番号60400009, 代表者 三梨昂)が実施されることになった。そして地質学のみならず多くの専門分野の協力者を得て、研究をすすめる体制が整いつつある。

ここでは採泥結果とこれまでに検討が進んだ部分についてとりあえず報告し、今後の各分野の研究のための基礎資料を提供することにした。

本研究をすすめるにあたって、地質調査所海洋地質部には、採泥および測定機器の使用において、多大の便宜をうけた。珪藻遺体の鑑定については、野口寧世氏に教えていただいた。採泥は理学部化学教室の奥村稔・藤永薫・谷口弘志の各氏、農学部農芸化学教室の森忠洋・山下茂樹の両氏、同環境保全学教室の山本廣基・本池譲治・平山昌乃・栗山弘介・武田智美・萬代育浩の各氏と協力しておこなった。また、理学部地質学科学学生の鼻岡大介・石原清・中孝仁・南場安正・西村貢一・大曲寿美子・武田伸二・上田哲郎・山本浩也

\* 徳岡隆夫・大西郁夫・高安克己・鈴木徳行・三梨 昂・玉井英典・後藤慎二(島根大学理学部地質学教室)  
\*\* 工業技術院地質調査所海洋地質部  
\*\*\* 山口大学理学部地質学鉱物科学教室



第1図 採泥地点図

の各氏には調査に協力していただいた。なお、本研究の大部分に、上記の科学研究費補助金を使用した。これらの各氏および諸機関にお礼申し上げます。

#### A. 採泥方法とその結果

1985年3月19～21日、7月6～8日、8月22～23日の3度、島根大学理学部地質学科を中心に、理学部化学教室、農学部農芸化学教室および環境保全学教室などの部門と協力し、平田市岩浅義雄氏所有の湖栄丸を用いて行なわれた。観測地点の位置については、六分儀により決定した。また深度は、おもりをロープの先につけて沈めてそれを測定した。同一地点で数回採泥し、 $^{210}\text{Pb}$ 、粒度、珪藻の分析や、その他の分析にもちいた。第1図にその地点と、コア番号を、第2図に肉眼観察結果と試料の分割についてまとめて示す。今回の採泥においては、従来行なわれてきた採泥に比べて、より底泥を乱さずに、かつ、短縮や流出なしに採集するために、地質調査所の松本・青木式不攪乱柱状採泥器L型(内径11 cm)およびM型(内径5.5 cm)を用いて行った。SJ85-9～12を除く10本はL型で、長さ1 m、SJ85-9～12はM型で、長さ2 mの採泥を行った。この場合、貫入しすぎてオーバーフローしないようにおもりを、採泥地点に応じて3枚(45 kg)や5枚(75 kg)に調節し、湖底上50 cmより落下させた。採集された試料は、年代測定用、軟X線写真観察用および各種生物遺体の検討用に船上で仕分けし、研究室

に持ち帰った。

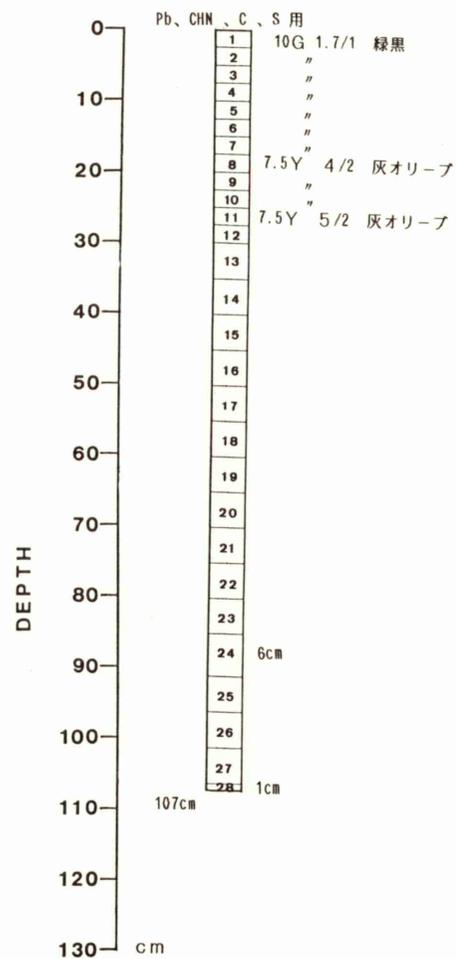
SJ85-9～12は、ほぼ湖心に近い水深6 mの地点で行なわれた。いずれも、表層から20～25 cmまでは緑黒色をした腐泥に近い状態であり、腐泥臭がある。25～30 cm付近にはやや黄色を帯びた酸化層があり、それ以深は青灰色を呈した泥層で次第にしまってくる。また表層から160～170 cm付近まで、ユスリカ幼虫によるものと思われる生痕が認められる。

他のコアについてもほぼ同様であるが、表層の腐泥層の厚さは、今回採取したものについて限れば、西方のものほど若干厚くなる傾向がみられる。

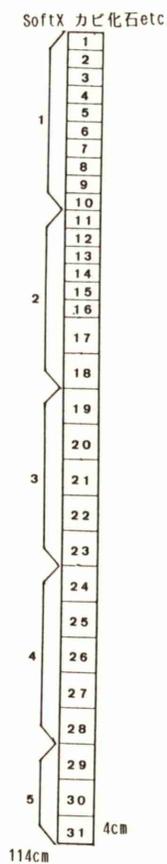
#### B. 軟X線による観察

各25 cmずつに裁断したコアを2つに分離し、その片方から、長さ25 cm幅5 cm厚さ1 cmで切りとり、プラスチックケースに封入した。このようにして得られた試料について軟X線写真撮影した。すべての試料が肉眼的にはほぼ均質の泥からなるようにみえるが、わずかながらコアごとに垂直方向にちがいが認められることがある。たとえば、SJ85-10においては150 cm以深の部分では葉理が認められるが、これは、ごくわずかな粒径のちがいによるものと判断される。また、多くのコアにおいて、それらの上部には生痕が認められる。これらはユスリカの幼虫などのすみくいあとと思われる。軟X線による観察では、すべてのコアにお

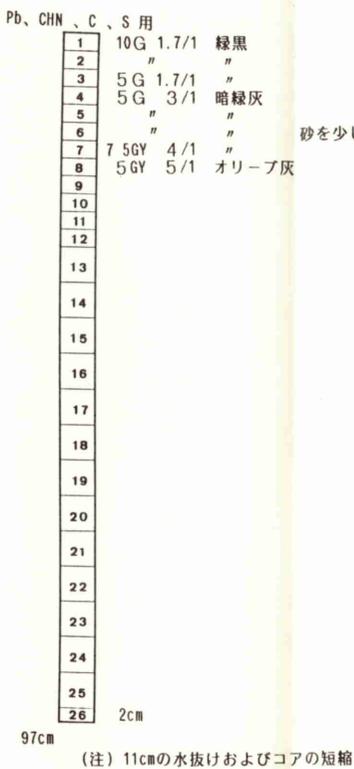
SJ 85-5 水深 5.3m



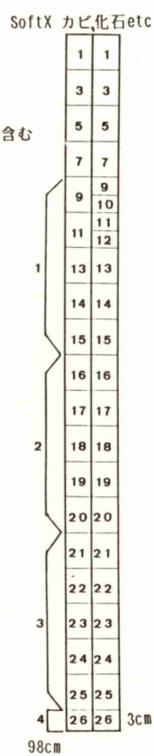
SJ 85-6 水深 5.3m



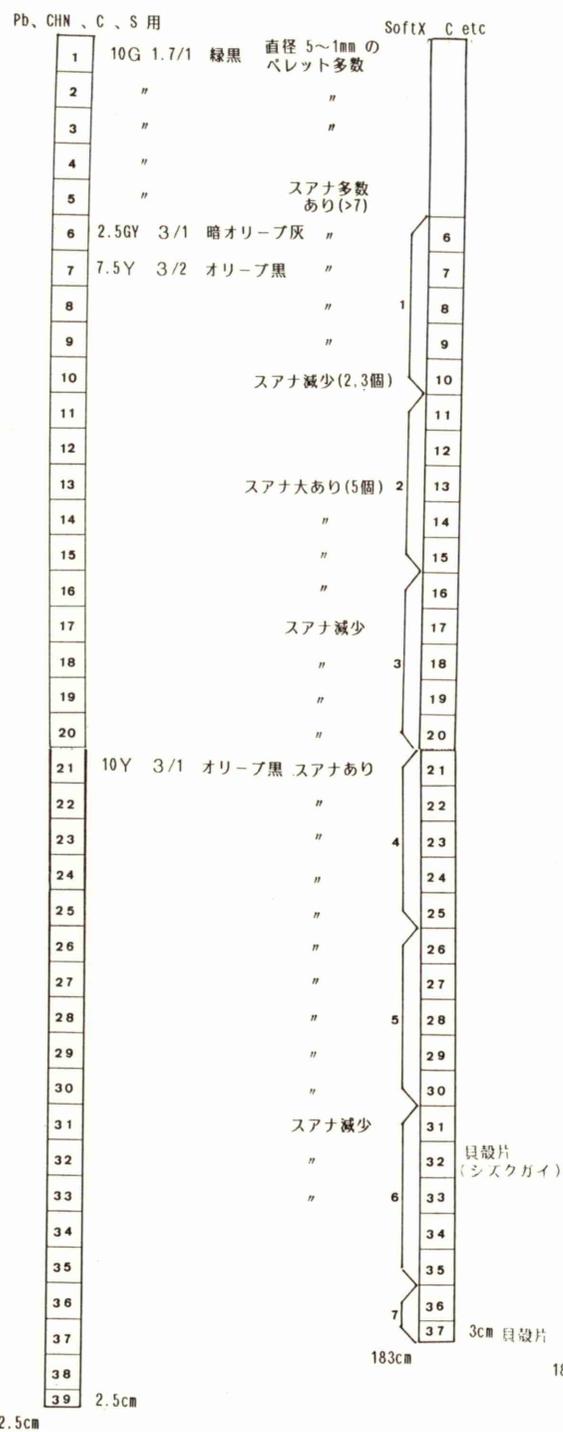
SJ 85-13 水深 6.0m



SJ 85-14 水深 6.0m



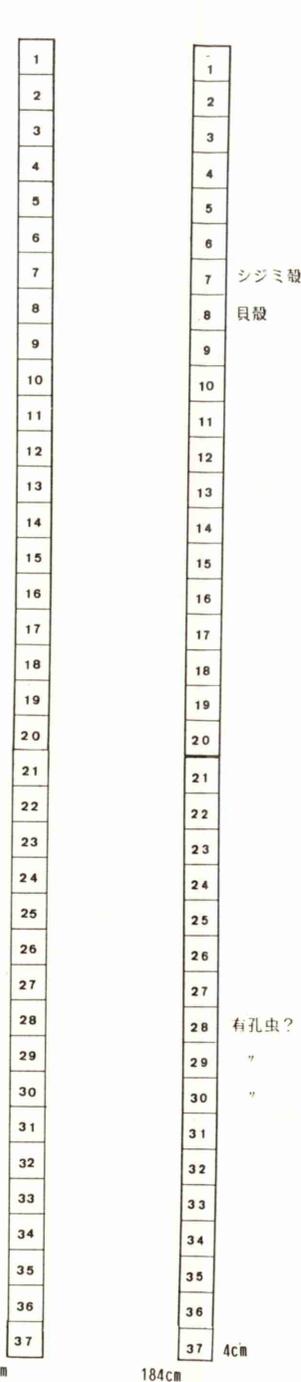
SJ 85-9 水深 6.0m



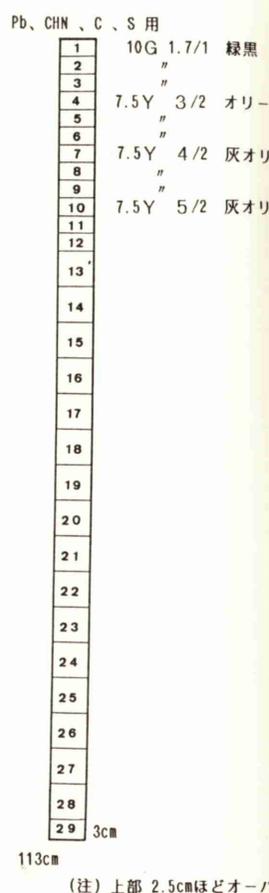
SJ 85-10 水深 6.0m

SJ 85-11 水深 6.0m

SJ 85-12 水深 6.0m



SJ 85-3 水深 5.5m



6.0m

SJ 85-10 水深 6.0m

SJ 85-11 水深 6.0m

SJ 85-12 水深 6.0m

SJ 85-3 水深 5.5m

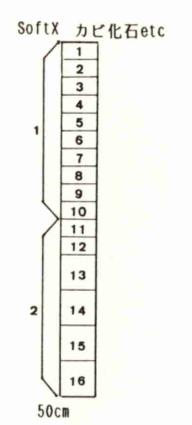
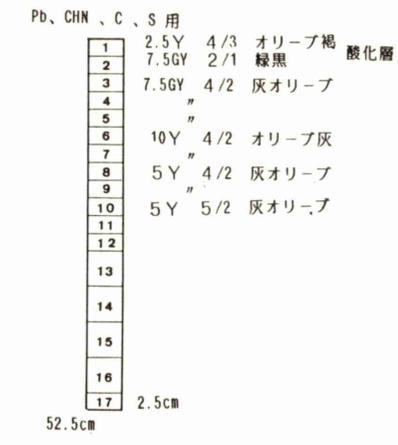
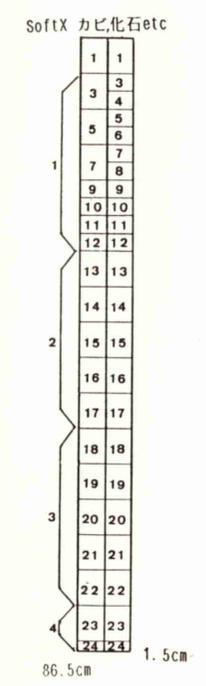
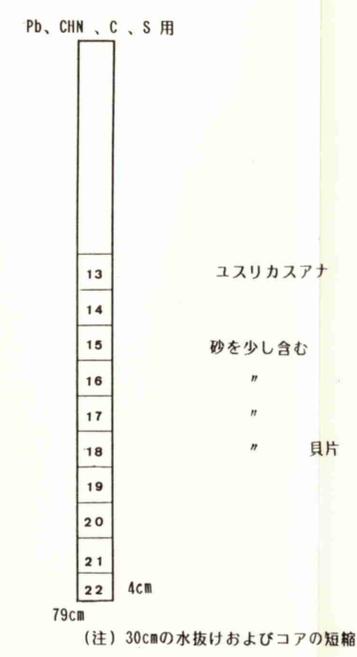
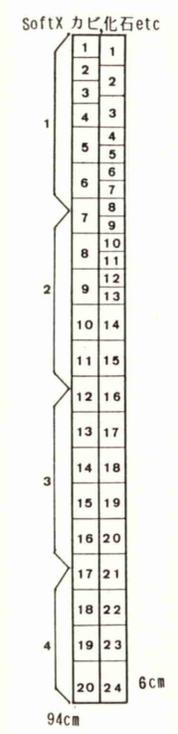
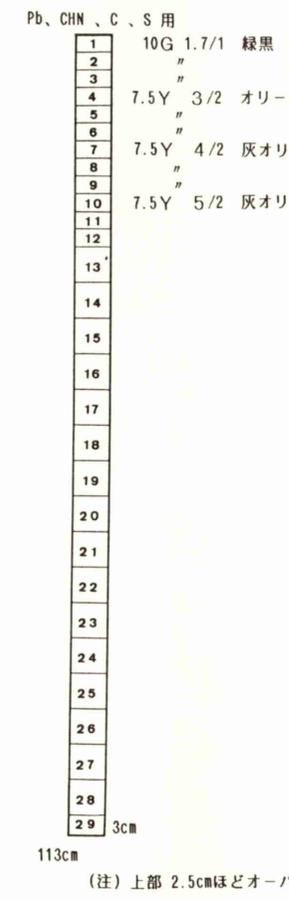
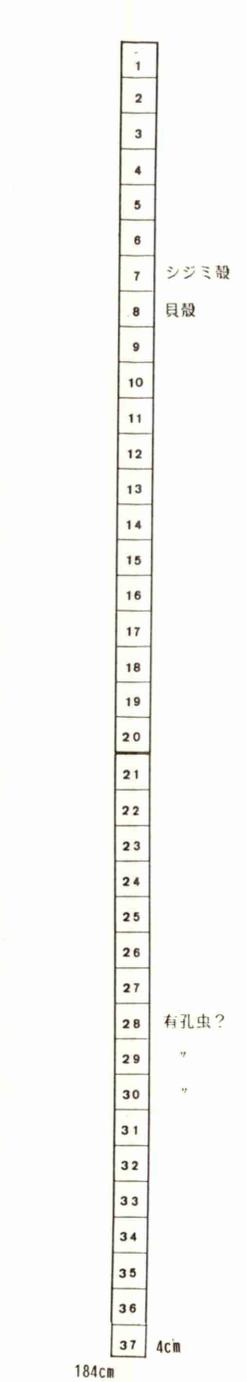
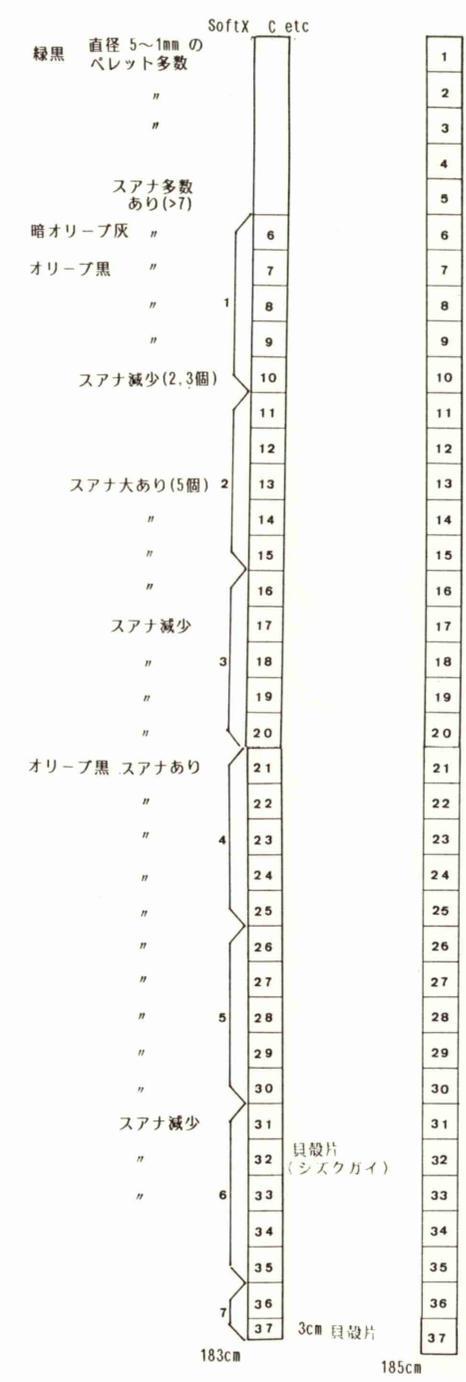
SJ 85-4 水深 5.5m

SJ 85-7 水深 4.9m

SJ 85-8 水深 4.9m

SJ 85-1 水深 5.0m

SJ 85-2 水深 5.0m



第2図 採泥結果と肉眼観察 (各柱状図上の記号・文字は試料の分割を示す)

Pb: <sup>210</sup>Pb および <sup>137</sup>Cs 年代測定用, CHN: 炭素窒素比測定用, C: <sup>14</sup>C 年代測定用, S: 硫黄測定用, Soft X: 軟X線写真観察用, カビ: 土壤中の細菌用, 化石: 花粉・珪藻等生物遺体用

いて二次的な堆積層の乱れは認められなかったので、ほぼ自然状態でのコアの採取ができたと判断される。

### C. スミヤスライドによる観察

5 cm または 2.5 cm ごとにコアから採取された試料について、通常の方法によってスミヤスライドを作成し、偏光顕微鏡により、200 ないし 400 倍のもとで、粒度や構成鉱物などの組成について、半定量的な観察を行った。試料はすべて肉眼的には無構造で、均質なシルト質粘土である。鏡下では、シルト質粘土のシルト部分は、石英・長石類の垂角状の碎屑粒子からなり、それらの円磨度は概して高くない。これらは全般的には細粒～中粒シルトサイズが優勢であるが、部分的には粗粒シルトが卓越するところ（この粗粒な部分を“粗粒シルト質粘土”と呼ぶことにする）が、コアの特定の部位に認められることがある。全体として、きわめて微量であるが、微粒砂サイズの垂角状～角状碎屑粒子もふくまれている。また、新鮮な、あるいは変質した火山ガラス、ならびに珪藻、陸生植物片、放散虫の棘などの生物源物質、フランボイダル組織をもつ自生の黄鉄鉱が、量の多少は別として、普遍的である。放散虫殻の破片もまれに含まれているが、その大部分は、保存状態からみて、再堆積起源と思われる。

**SJ85-12**：全体的にシルト質粘土から構成されるが、55-65 cm は“粗粒シルト質粘土”であり、その下位は、100 cm 前後までは粘土質シルトである。碎屑性シルト粒子のサイズでは、45-55 cm および 65 cm 以深は細粒～中粒シルトサイズが優勢である。一方、0-45 cm は、より細粒で、細粒シルトサイズが優勢である。これらを通じて、碎屑性粒子は石英・長石類で、垂角状ないし角状である。シルトサイズの火山ガラス（新鮮あるいは変質）、粘土～細粒シルトサイズの自生の黄鉄鉱（フランボイダル組織をもつ、またしばしば珪藻殻のなかに生成している）は、上下を通じてほぼ一様に含まれている。コアのなかで最も顕著な組成・量変化を示しているのは珪藻である。スミヤスライドの鏡下観察での面積比による珪藻の含有率と優占種を第1表に示す。珪藻の種組成と量により、つぎの4帯にわけられる。

- 0-15 cm *Diploneis smithii* 帯
- 15-70 cm *Thalassiosira-Melosira* 等からなる珪藻貧産帯
- 70-110 cm *Thalassiosira lacustris* 多産帯
- 110-185.5 cm *Grammatophora* 帯

このコアを通して最も大きな変化は 110 cm のところにみられる。それより下位は、海水棲の *Grammatophora* によって特徴づけられ、かつ珪藻は非常に少ない。一方、上位は、汽水棲の *Thalassiosira*, *Diploneis* や淡水棲の *Melosira* が優勢である。この層準を SJ85-12-110 cm 面と仮称する。

**SJ85-8**：17.5-45 cm は“粗粒シルト質粘土”であり、その上下は細粒～中粒シルトを含むシルト質粘土である。珪藻も全体にわたって含まれているが、含有率は小さく 3% 以下である。また、種組成の変化はつぎのようである。

- 0-5 cm *Diploneis smithii* が優占
- 5-20 cm *Melosira granulata* > *Thalassiosira lacustris*, *Diploneis smithii*
- 20-45 cm *Thalassiosira lacustris* > *Melosira granulata*

45-86.5 cm *Grammatophora*, 放散虫の棘を伴う  
このコアでは、SJ86-12-110 cm 面に相当するような組成変化が 45 cm ところに認められる。

SJ85-8 に近い St-3 では、珪藻の組成変化がくわしく検討されている (NSR, 1982)。それによると、深度 45 cm 以下で *Grammatophora* が出現し、珪藻の含有状態の詳細は別として、その大要については 2 つのコアでまったく一致している。

SJ85-6 (コア長 114 cm), SJ85-14 (コア長 98 cm), SJ85-2 (コア長 50 cm) の 3 コアの珪藻についても検討したが、*Grammatophora* が優占する層準は認められなかった。SJ85-12 よりも、西に位置し、堆積速度の速いと考えられる SJ85-6 や -14 では、SJ85-12-110 cm 面は 110 cm より深くに位置するのであろう。また SJ85-12 と -8 の中間に位置する SJ85-2 のコアの下底では、*T. lacustris* 多産帯の特徴が示されている。したがって、SJ85-12-110 cm 面は、コアの下底よりも、より下位に存在するものと推定される

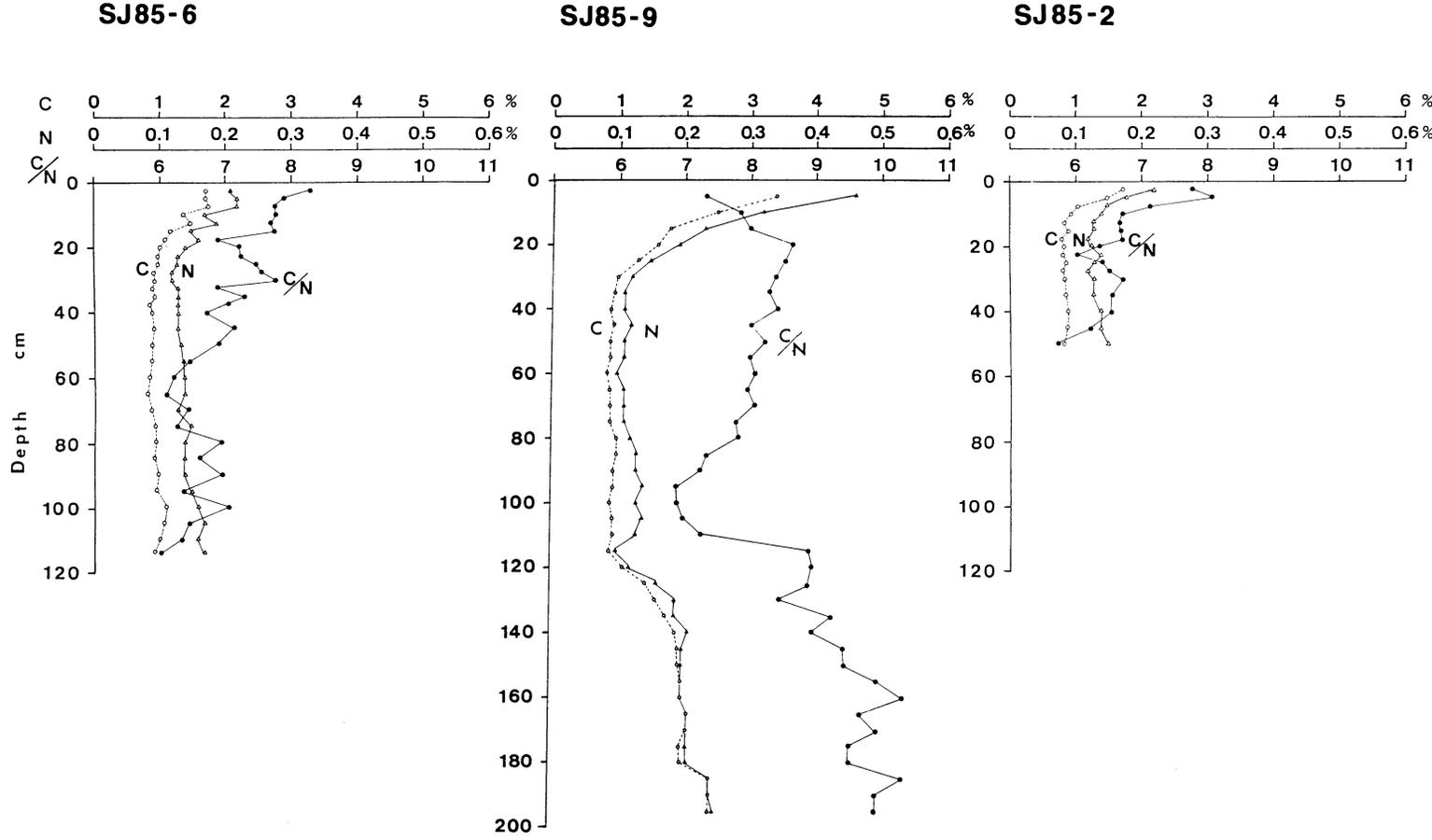
### D. 炭素・窒素比 (C/N) についての検討

SJ85-2, SJ85-9 および SJ85-6 について予察的に有機炭素、全窒素の分析を行った。これらの分析は YANACO CHN コーダー MT-3 型を用い、酸処理燃焼法 (鈴木ほか, 1986) によっておこなった。

第3図に示したように、有機炭素濃度、全窒素濃度はいずれも表層付近で高く、深度とともに減少する傾向が共通して認められた。これは、堆積物表層付近における微生物分解作用や無機的な酸化分解作用を示し

第1表 スミヤスライドによる SJ85-12 採泥試料の観察結果 (概要)  
 コアの深さ (cm) (珪藻%はスライド中に占める面積百分率, ただしシルト・粘土粒子と重なりあっているため真の含有率は反映していない)

0	1	10 ~ 20%	
	2		
10	3		
	4	2 ~ 5%	
20	5		
	6		
30	7	<i>Diploneis smithii</i> (汽水棲) <i>Thalassiosira lacustris</i> (汽水棲) <i>Melosira granulata</i> (淡水棲) 2 ~ 5%	
	8		
40	9		
	10		
50	11		
	12		
60	13		
	14		
70	15		
	16		<i>Thalassiosira lacustris</i> (汽水棲) 圧倒的に多い <i>Melosira granulata</i> (淡水棲) 多い <i>Melosira distans</i> (淡水棲) まれに混入 <i>Epithemia zebra</i> (淡水棲) まれに混入 <i>Campylodiscus</i> sp. (海水棲) まれに混入 <i>Grammatophora</i> sp. (海水棲) まれに混入 30 ~ 40%
80	17		
	18		
	19		
90	20		
	21	組成は上と同じ 15 ~ 20%	
100	22		
110	23	<i>Grammatophora</i> cfr. <i>oceanica</i> (海水棲) 優勢	
	24		
120	25	<i>Melosira granulata</i> (淡水棲) 伴う <i>Thalassiosira lacustris</i> (汽水棲) 伴う <i>Diploneis ovalis</i> (淡水棲) 伴う 1 ~ 3%	
	26		
130	27		
140	28	<i>Grammatophora</i> cfr. <i>oceanica</i> (海水棲) 優勢 <i>Grammatophora dieselbe</i> v. <i>macilenta</i> (海水棲) 優勢 <i>Navicula yarrensensis</i> (淡水棲) 伴う 2 ~ 3% 新鮮な放散虫殻破片	
	29		
150	30		
	31		
	32		
160	33		
	34		
170	35		
	36		
180	37		



第3図 SJ85-6, 9および2における有機炭素, 全窒素量および炭素・窒素比

ているものと考えられる。これら3つの柱状試料のうち、SJ85-9の表層試料は最も高い有機炭素量、全窒素量を示した。堆積物中の有機物量は、光合成による初期生産量の多少、無機粒子などによる希釈効果、あるいは堆積場における微生物の活性や酸化還元性に依存している。中央湖底では堆積速度が遅く、溶存酸素に著しく乏しいことがわかっている (NSR, 1983)。SJ85-9における、相対的に高い表層の有機物量は上記のことを反映したものと考えられる。SJ85-9の深度20~100 cm付近では、いずれの試料でも有機炭素濃度は1.0%程度であり、変動も小さく安定している。この有機炭素濃度は湖底堆積物としては低い値といえよう。これは、宍道湖には斐伊川をはじめ多くの流入河川があるが、それらから流入する多量の碎屑物によって有機物が希釈されているためかもしれない。また、SJ85-9では深度120 cm付近より下位では、有機炭素濃度、全窒素濃度共に顕著に高くなる傾向が認められた。この付近ではC/Nも相対的に高い。120 cm付近に認められるこのような変化は宍道湖の環境変遷史の上で重要なエポックをなすものと予想される。SJ85-2, SJ85-6ではこのような変化は認められなかったが、採泥深度がその深度にまで到達していないためであろう。

C/N比はSJ85-9が最も高く、総じて8.0以上であり、160 cm以深では10.0を越えるものもある。いっぽう、SJ85-2, SJ85-6では総じて8.0以下で、SJ85-2では、ほとんどの試料が7.0以下であった。陸上高等植物は通常高いC/N比(100以上)をもち、動物プランクトンは低いC/N比(5-6)によって特徴づけられる。そのため、C/N比は陸源有機物の供給の程度を見積もる上で良い指標になるものとされている。宍道湖には、斐伊川をはじめ多くの流入河川があることを考えると、上記のC/N比は予想以上に低い値といえよう。このことは、宍道湖に流入する碎屑物には陸源有機物がそれ程含まれていないことを示唆している。いっぽう、いつれの柱状試料においても、表層付近から100 cm付近の深度までC/N比は大局的に減少する傾向が認められた。アミノ酸などの窒素化合物は分解しやすいため、通常、C/N比は表層から下層へかけて増加する傾向がある。ここで認められた逆の変化傾向は、窒素化合物の分解では説明されない。前出の珪藻遺体にみられるように、堆積環境が海水、淡水および汽水と変化してきたことと関係があると考えられる。

### E. $^{210}\text{Pb}$ および $^{137}\text{Cs}$ による年代学的検討

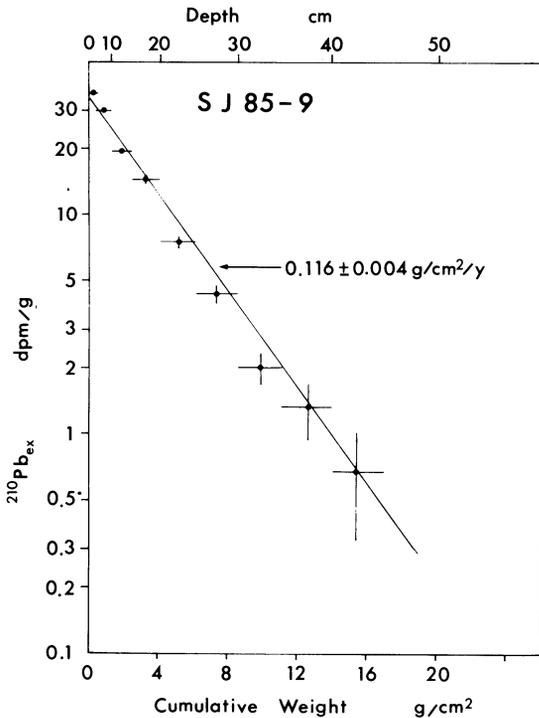
$^{210}\text{Pb}$  および  $^{137}\text{Cs}$  をもちいた堆積層の年代学的研究については、別に松本・玉井により報告される予定である。ここでは他分野の検討もよくなされたSJ85-9地点における検討結果についてのみのべる。 $^{210}\text{Pb}$  は半減期が22.3年で、百数十年前までの放射年代を知るのに有効である。測定原理や方法等については松本(1985)にのべられているとおりで、非破壊γ線法によるものである。測定は1985年4~12月にかけて地質調査所海洋地質部において測定された。測定結果を第4図に示す。堆積速度が一定で、かつ底泥中での $^{210}\text{Pb}$ の再移動がないと仮定して、5 cmごとに分割した試料の乾燥重量(積算)を横(下)軸にとり、それに対応する $^{210}\text{Pb}$ 量を縦軸にとると、両者の関係は1つの直線で表わされることになる。その傾きが堆積速度(ただし、1 cm<sup>2</sup>あたりの年間堆積重量)を示す。本地点での堆積速度は(0.116±0.004 gr/cm<sup>2</sup>/y)となる。なお、図の横(上)軸には、それぞれの試料の対応する深さが示されている。

つぎに $^{137}\text{Cs}$ 法によって上記の年代を吟味した結果を第5図に示す。 $^{137}\text{Cs}$ の測定は $^{210}\text{Pb}$ を測定した試料について同時計測が可能である。 $^{137}\text{Cs}$ は核実験により放出される核種で、半減期は30.2年である。1945年には始まり、1963年の部分的核実験停止条約の締結に至る間に放出された $^{137}\text{Cs}$ の降下量は、いくつかの地域で知られていて、日本では1963年にそのピークがあることがわかっている。したがって上記の試料中の $^{137}\text{Cs}$ 量を測定して示した第5図では、湖底から10.0-15.0 cmの間に $^{137}\text{Cs}$ のピークが認められることから、平均堆積速度(重量)を算出すると0.117~0.061 gr/cm<sup>2</sup>/yとなる。したがって、 $^{210}\text{Pb}$ 法によって求めた年代との間によい一致があるといえてよい。

### F. ま と め

1. 1985年3月から8月にかけておこなった柱状採泥について、肉眼および軟X線写真観察、スミヤスライドによる鏡下の観察、炭素窒素比(C/N)、および $^{210}\text{Pb}$ と $^{137}\text{Cs}$ をもちいた放射年代測定の結果についてのべた。本研究は、今後各分野で同じ試料をもちいての研究のための基礎資料を提供するものである。

2. 採泥試料について軟X線写真によって検討したが、採泥による二次的な乱れは認められず、すべて自然状態での採泥に成功したといえる。肉眼的にはほぼ一様にみえるが、まれに粒度のわずかなちがいに起因

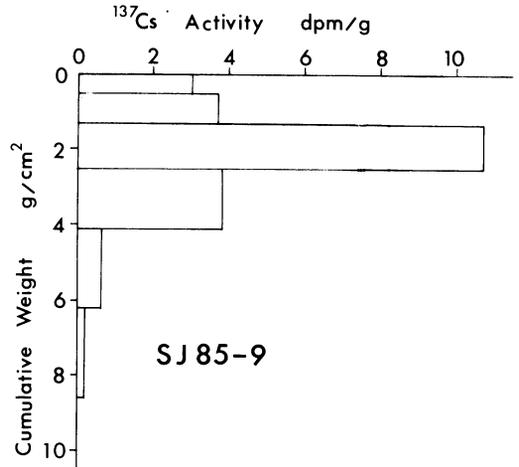


第4図  $^{210}\text{Pb}$  による SJ85-9 試料の年代測定

するラミナが観察される。また、ユスリカのすみくいあとがコア上部に多く認められる。

3. スミヤスライドによる堆積物の予察的検討では、全体的にシルト質粘土で、細粒～中粒シルトがほとんどだが、まれに粗粒シルトが卓越する部分がある。珪藻遺体は垂直方向に顕著な変化を示し、SJ85-12では110cmより下位では海水棲の *Grammatophora* によって、特徴づけられ、それより上位では汽水棲の *Thalassiosira*, *Diploneis* が淡水棲の *Melosira* が優勢となる。このような傾向は深度はことなるが、SJ85-8のコアでも認められる。これは宍道湖底における堆積環境変化を示すものと予想される。

4. C/N の検討は3つのコアについて行なった。C/N はおおむね7～10程度で、陸源有機物が多く供給される宍道湖の環境を考えると、予想以上に低い値といえる。いずれの試料でも表層付近から100cm付近まではC/Nは減少する傾向が認められる。これは一般に表層から下層にかけての堆積層に認められる傾向とは逆で、宍道湖域では堆積環境がことなっていたことを意味するものと思われる。



第5図 SJ85-9 試料の  $^{137}\text{Cs}$  の垂直分布

5.  $^{210}\text{Pb}$  および  $^{137}\text{Cs}$  法による放射年代測定をおこなった。その全般については別途報告されるが、SJ85-9の結果を本論文に示した。 $^{210}\text{Pb}$  法によると堆積重量は年間  $1\text{ cm}^2$  あたり  $0.116 \pm 0.004\text{ gr}$  である。いっぽう  $^{137}\text{Cs}$  法によって、その降下量が多かった1963年を示す層準は、同じコアでは10.0～15.0cmのところにあることが知られる。これにより求められた堆積重量は年間  $1\text{ cm}^2$  あたり  $0.117 \sim 0.061\text{ gr}$  であり、上記の  $^{210}\text{Pb}$  法による値との間によい一致がある。

6. 宍道湖底堆積層については、これまでに生物遺体の検討から環境変遷が明らかにされ、史実との対応が論じられてきた。今回それらに加えてC/Nおよび  $^{210}\text{Pb}$  法と  $^{137}\text{Cs}$  法により放射年代測定をおこない、これまでの推定に、より確実な根拠を与えることができた。これにより環境変遷史を総合的に明らかにする基礎がうちたてられた。

## 文 献

- 松本英二 (1985) 完新世における海面変化——方法と意義。日本地球化学会講演要旨集, 173.
- 中海・宍道湖自然史研究会 (1982) 中海・宍道湖の自然史研究——その1, 予察的柱状採泥の結果について——。島根大学地質学研究报告, 1号, 29-46.
- (1983) 同上——その2, 宍道湖の底質・底層水および底生動物——。同上, 2号, 79-89.
- 大西郁夫 (1985) 中海・宍道湖湖底およびその周辺地域の最上部完新統の花分析, 同上, 4号, 115-126.

- 鈴木徳行・山本順三・村中英寿・高安克己・山内靖喜・大西郁夫・徳岡隆夫・島田昱郎・三梨 昂 (1986) ヤナコ CHN コーダー (MT-3 型) による地質試料の分析 I ——低温燃焼法, 酸処理燃焼法による堆積物有機炭素の定量とパソコンとのオンライン化——, 同上, 5 号.
- 玉井英典 (1985) 宍道湖堆積物の年代測定. 島根大学理学部地質学科卒業論文, 215 号. (手記)
- 徳岡隆夫・大西郁夫・高安克己 (1985) 中海・宍道湖の底質と自然史研究 ——その現状と展望——. 山陰地域研究 (自然環境), 1 号, 61-70.