

宍道湖・中海の堆積物中の窒素および C/N 比分布について

小野 美代子* 小野寺 公児*

Distribution of Nitrogen Contents and Carbon-Nitrogen Ratios in the Bottom Sediments of the Coastal Lakes Shinjiko and Nakaumi, West Japan

Miyoko ONO and Koji ONODERA

Abstract

This paper is concerned with the distribution and probable origin of nitrogen contents and carbon-nitrogen ratios of the bottom sediments particularly with relation to the grain-size.

- 1) The nitrogen contents in Shinjiko range from 0.10 to 0.34 percent and the average is 0.20 percent and in Nakaumi from 0.07 to 0.76 percent and the average 0.33 percent. Comparing nitrogen contents in the bottom sediments of Shinjiko and Nakaumi, the latter's nitrogen content is higher, its range is wider than the former's, and the pattern of its geographical distribution is more complicated.
- 2) Generally a finer fraction contains more nitrogen than a coarser fraction. Clay fractions contain nitrogen five times the amount of those in silt fractions at Shinjiko and twice amount of those at Nakaumi.
- 3) The distribution of the nitrogen contents in both silt and clay fractions and the ratios of those in both fractions, N-cl/N-st, indicate that nitrogen in silt fractions is decomposed more easily in oxidizing condition and is more stable in reducing condition, while nitrogen in clay fraction is less stable both in oxidizing and reducing conditions.
- 4) There are positive correlations between the contents of carbon and nitrogen in the bulk and silt fractions samples, but there is no correlation between carbon and nitrogen in the clay fraction samples.
- 5) The ranges and averages of carbon-nitrogen ratios in the bulk samples are almost equal in the both lakes, most of values from 8.0 to 9.9 except in estuary areas of the lakes where they are above 12.9 in Shinjiko and 10.6 in Nakaumi. The nitrogen contents in the estuary areas of the lakes are higher than those in other areas. These results suggest about the origin of organic materials that the higher values in the estuary areas of the lakes are caused by terrigenous plants and lower values in other areas by plankton.

要 旨

宍道湖・中海の泥質堆積物中の窒素・C/N 比分布ならびに、それと堆積物の粒度との関連性を検討し、次のことが明らかにされた。原試料中の窒素については、宍

道湖は低含有量、単純な分布、湖内での地域差が小さいのに対し、中海は高含有量、複雑な分布、湖内での地域差が大きい。フラクシオン別の窒素含有量は、細粒ほど多く、粘土中の含有量はシルト中のその宍道湖は5倍、中海は2倍である。フラクシオン別にみた窒素含有量とN-cl/N-st 比の各分布状態から、河口および比較的酸化

* 海洋地質部

的な環境下でのシルト中の有機物, 粘土中の有機物の分解速度の相違が認められる。窒素・炭素各含有量の関係は, 原試料およびシルトフラクション中では正の相関関係を示すが, 粘土フラクション中では相関性は認められない。原試料の C/N 比の分布状態は, 河口域では陸源性植物起源の有機物の, その他水域全般では湖内で生産されたプランクトンのそれぞれ影響を示すものと思われる。

1. ま え が き

現在の水盆底の有機物分布の特徴を明らかにすることは, 堆積過程全般あるいは堆積環境を知る上に重要な手掛りを与えるものであり, これまでに, 堆積物中の有機物については多くの研究があるが, 一水域内での詳しい分布状態が明らかにされている例は少ない。

本州西部日本海沿岸の汽水湖宍道湖・中海については, 筆者を含む地質調査所の研究グループにより, 堆積学的総合研究が過去数年間にわたり行われ, 広範な資料が蓄積されてきた(水野ほか, 1966; 水野ほか, 1969 など)。

筆者は, 特に堆積物中の有機物分布に関する研究の一環として, 両水域内の堆積物中の炭素・窒素分布ならびに C/N 比分布の詳細を明らかにし, それらのうち炭素の分布についてはすでに報告した(小野・小野寺, 1976)。ここでは, 窒素¹⁾ および C/N 比分布の特徴を明らかにするとともに, これらと粒度との関連性を検討した結果について報告する。

宍道湖・中海の環境条件等は前報において詳述したので, ここでは省略する。

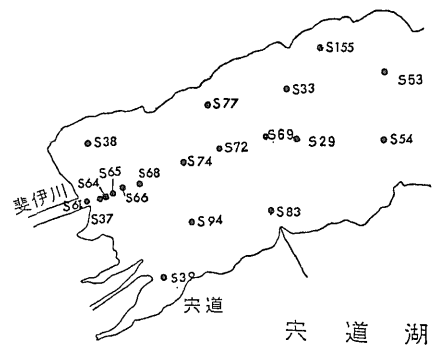
研究に用いた試料は, エクマン・バージ探泥器によって採取された表層の泥質堆積物で, それぞれ可能な限り貝殻片を除去した風乾試料である。原試料について乾式燃焼法(柳本 MT-500 型 CHN コーダを使用)で窒素の定量を行い, また, 原試料をシルト・粘土各フラクションに分離し, 同じく上記の方法で窒素の定量を行った。分析法の詳細については, すでに述べた通りである(小野・小野寺, 1976)。

定量した試料数は, 原試料で宍道湖 23, 中海 67, フラクション別では, 宍道湖 13, 中海 27 である(第1図)。

2. 原試料中の窒素

第1表に両水域における原試料およびシルト・粘土各フラクション中の窒素含有量を, 炭素含有量・C/N 比とともに示し, 第2図には原試料中の窒素含有量の水平

1) この窒素は無機態窒素を含む全窒素である。

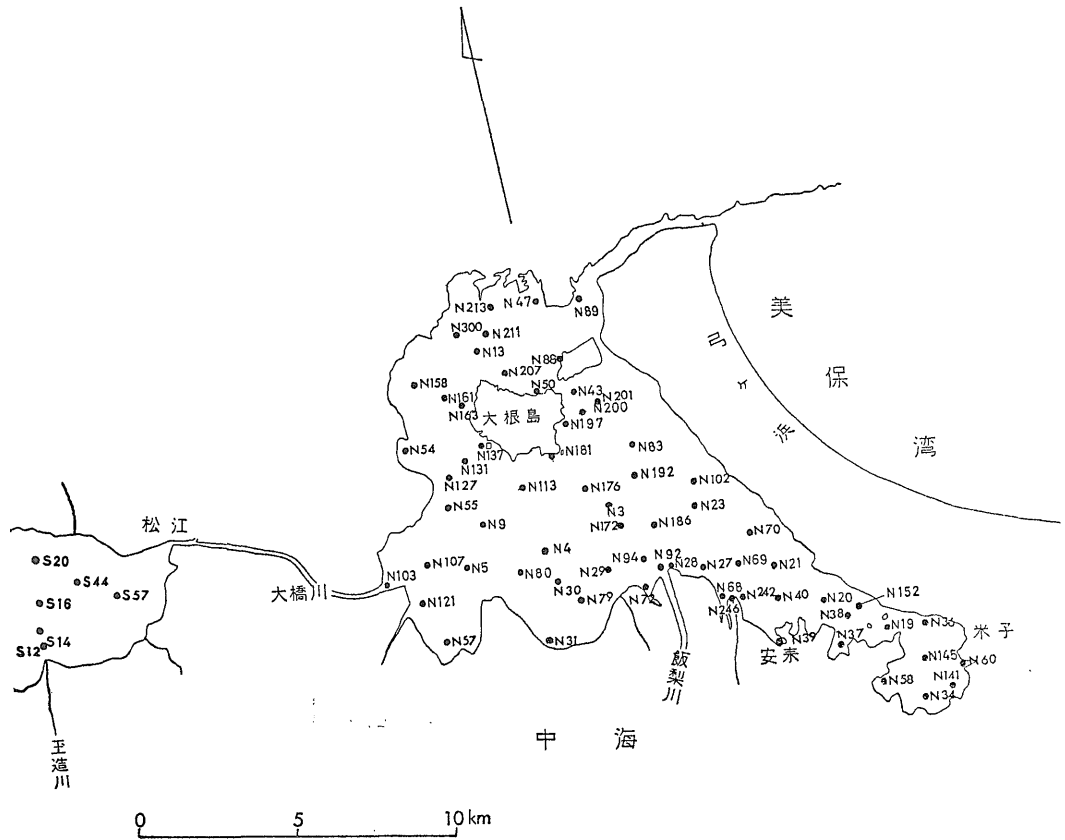


分布を示す。

窒素含有量の出現範囲は, 宍道湖 0.10-0.34% (23 試料平均 0.20%) に対し, 中海 0.07-0.76% (67 試料平均 0.33%) である。宍道湖では単純な地形を反映して, 河口近辺の低い値が目立つ程度であるが, 中海では大小の湾入部や島の存在による複雑な地形を反映して, 変化に富んだ分布を示している。

詳細にみると, 宍道湖では河口域を除いて全般的に 0.20-0.27% を示し, 0.3% 以上はわずかに湖央西部の一部に限られている。斐伊川の河口沖では 0.10-0.14%, 玉造川河口沖では 0.11% のように, 河口域ではいずれも低い値を示す。中海では高含有域として, 大根島東岸(最高値 0.76%), 大根島南岸・南岸, および米子湾入部(いずれも 0.4% 以上)があげられ, 一方, 低含有域として, 大根島北方(最低値 0.07%) および大橋川・意宇川河口付近(0.15-0.18%)があげられる。

水盆内のこのような地域的変動を別として, 窒素含有



試料番号前の S: 宍道湖, N: 中海

第1図 採泥点

量を他水域と比較すると、宍道湖での範囲・平均値は、いずれも博多湾・サロマ湖のそれにほぼ一致する。一方、中海での範囲はより広く、平均値も博多湾・美保湾・有明海など内湾はもとより、サロマ湖のそれよりも高い値を示し、また、湖内での変動が大きいことが著しい特徴である。

3. シルト・粘土各フラクション中の窒素

シルトフラクション中の窒素量は、宍道湖では 0.06-0.14% (13 試料平均 0.11%), 中海では 0.06-0.80% (26 試料平均 0.28%) である。中海は宍道湖と比べると、窒素量が高く、分布幅も宍道湖の 0.08 に対し、0.74 と 10 倍近く、湖内での変動が大きい。原試料の窒素量と比べると、宍道湖は範囲が狭く平均値も非常に低いのに対し、中海では範囲がやや広く平均値がやや低い程度である。

窒素量の水平分布をみると (第3図)、宍道湖におい

ては河口域が低く、斐伊川河口で最低値 0.06-0.07%、玉造川河口沖が 0.09% で、相対的に高いのは湖東端に近い水域で 0.14%、他は湖底平原部が 0.10-0.13% と中間の値を示す。中海においては、江島北西岸の 0.80% が極端に高いほか、大根島・江島中間の水道部分 -0.55%、米子湾入部内の 0.58% および 0.42% 等が高い。一方、大根島北方 -0.06% が最低値で、大橋川河口 -0.12%、意宇川河口 -0.16%、飯梨川河口 -0.09% 等、酸化環境の河口およびその付近が低いほか、大根島南東水深 8m 以深の中海最深部 -0.16%、米子湾口部 -0.15% 等還元環境域にも低い水域が認められる。

粘土フラクション中の窒素量の出現範囲は、宍道湖で 0.20-0.88% (12 試料平均 0.57%)、中海では 0.26-1.13% (26 試料平均 0.58%) であり、シルトフラクションの場合と異なり、両湖ほぼ同じレベルである。原試料・シルトフラクションの場合と比べると、宍道湖では

地質調査所月報 (第 28 卷 第 7 号)

第 1 表 原試料・シルト・粘土中の炭素・窒素含有量 (%) と C/N 比

a. 穴道湖

試料番号	原 試 料			シ ル ト			粘 土		
	C	N	C/N	C	N	C/N	C	N	C/N
S 12	1.46	0.11	13.4	0.92	0.09	10.2	2.10	0.88	2.4
S 14	1.63	0.21	7.9						
S 16	1.72	0.20	8.5						
S 20	1.36	0.17	7.9						
S 29	2.14	0.27	8.0						
S 33	1.99	0.22	9.0						
S 37	1.78	0.14	12.9						
S 38	2.02	0.18	11.5						
S 39	1.67	0.20	8.4						
S 44	1.84	0.26	7.2						
S 53	1.71	0.19	8.8	1.21	0.10	12.1	1.82	0.40	4.5
S 54	1.98	0.21	9.6	1.36	0.13	10.5	2.11	0.50	4.2
S 57	1.04	0.13	7.8	0.65	0.14	4.6	1.77	0.20	8.9
S 61	1.79	0.12	14.7	0.71	0.06	11.8	3.73	0.87	4.3
S 64				1.40	0.07	20.0	3.02	0.22	13.7
S 65	1.86	0.10	18.2						
S 66	1.82	0.14	12.9	1.41	0.13	10.8			
S 68	1.77	0.18	9.8	1.30	0.11	11.8	2.94	0.31	9.5
S 69				1.58	0.12	13.2	2.58	0.62	4.2
S 72	2.11	0.23	9.4	1.25	0.11	11.4	2.18	0.58	3.8
S 74	2.50	0.34	7.4	1.60	0.13	12.3	2.82	0.69	4.1
S 77	1.93	0.26	7.3	1.12	0.10	11.2	2.15	0.85	2.5
S 83	1.91	0.20	9.7	1.34	0.10	13.4	2.51	0.71	3.5
S 94	2.14	0.24	9.0						
S 155	1.87	0.21	8.8						

b. 中 海

試料番号	原 試 料			シ ル ト			粘 土		
	C	N	C/N	C	N	C/N	C	N	C/N
N 3	2.28	0.27	8.3	1.86	0.17	10.9	2.61	0.37	7.0
N 4	2.94	0.26	11.4	1.89	0.20	9.4	2.64	0.66	4.0
N 5	2.45	0.29	8.5						
N 13	2.51	0.27	9.2	0.97	0.22	4.4	2.30	0.52	4.4
N 19	2.62	0.25	10.3	2.23	0.15	14.8	2.11	0.43	4.9
N 20	2.36	0.26	9.0	2.81	0.29	9.7			
N 21	3.05	0.34	8.9						
N 23	2.71	0.28	9.6	1.53	0.16	9.6	2.66	0.50	5.3
N 27	3.11	0.25	11.1						
N 28	3.98	0.37	10.7	2.97	0.22	13.5	3.58	0.87	4.1
N 29	3.05	0.32	9.6	2.64	0.30	8.8	2.70	0.57	4.7
N 30	2.39	0.26	9.3	2.22	0.23	9.6	1.98	0.26	7.6
N 31	0.91	0.16	5.8						
N 34	3.99	0.41	9.8						
N 36	4.79	0.56	8.5						
N 37	3.89	0.41	9.4	5.11	0.58	8.8	3.72	0.36	10.3
N 38	3.58	0.47	7.6						
N 39	2.69	0.22	12.2						

宍道湖・中海の堆積物中の窒素および C/N 比分布について (小野美代子・小野寺公児)

第1表 (つづき)

試料番号	原 試 料			シ ル ト			粘 土		
	C	N	C/N	C	N	C/N	C	N	C/N
N 40	2.72	0.34	8.1	2.18	0.35	6.2	2.73	0.73	3.7
N 43	3.73	0.46	8.1	4.30	0.55	7.8	3.52	0.65	5.5
N 47	1.36	0.07	18.6	1.03	0.06	17.2	3.38	0.30	11.3
N 50	2.98	0.39	10.4						
N 54	4.02	0.45	8.8						
N 55	3.10	0.35	8.8	2.90	0.35	8.3	3.04	0.74	4.1
N 57	2.61	0.26	10.0	2.09	0.14	14.9	3.05	1.13	2.7
N 58	4.94	0.53	9.4						
N 60	4.81	0.33	14.5						
N 68	3.02	0.26	11.5						
N 69	2.14	0.20	10.9						
N 70	2.26	0.22	10.0						
N 72	2.24	0.36	6.2	3.45	0.09	37.5	3.23	0.39	8.3
N 79	2.67	0.30	9.0	1.94	0.25	7.7	2.62	0.30	8.7
N 80	2.42	0.29	8.3						
N 83	3.37	0.39	8.6						
N 88	4.15	0.48	8.7	3.09	0.80	3.9	4.09	1.05	3.9
N 89	1.29	0.12	10.6						
N 92	3.07	0.27	11.4						
N 94	2.54	0.24	10.8						
N 102	2.18	0.25	8.6				3.40	0.92	3.7
N 103	1.92	0.18	11.0	1.34	0.12	11.2	3.04	0.61	5.0
N 107	2.19	0.24	9.0						
N 111	3.01	0.33	9.0						
N 113	2.80	0.31	9.1						
N 121	1.74	0.15	11.6	1.08	0.16	6.8	1.95	0.85	2.3
N 127	2.80	0.31	9.1						
N 131	2.67	0.29	9.1						
N 137	4.34	0.55	7.9						
N 141	3.14	0.30	10.6						
N 145	3.75	0.42	8.9	4.27	0.42	10.2	4.29	0.62	6.9
N 152	4.49	0.52	8.6	4.01	0.46	8.7	3.78	0.43	8.8
N 158	2.10	0.22	9.7						
N 161	2.39	0.26	9.1						
N 163	3.07	0.35	8.8	2.38	0.32	7.4	2.53	0.72	3.5
N 172	3.24	0.41	7.9	2.79	0.26	10.7	2.94	0.32	9.2
N 176	3.07	0.34	9.2	2.56	0.28	9.1	3.18	0.34	9.3
N 181	5.03	0.69	7.3						
N 186	3.37	0.34	9.9						
N 192	3.27	0.39	8.4						
N 197	5.22	0.76	6.8						
N 200	3.65	0.48	7.6						
N 201	3.81	0.47	8.1						
N 207	2.56	0.26	9.7	1.31	0.14	9.4	2.71	0.56	4.8
N 211	2.17	0.19	11.3						
N 213	2.40	0.22	10.7						
N 242	3.37	0.33	10.2						
N 246	2.75	0.25	11.1						
N 300	2.10	0.19	11.0						

両者に比べはるかに高く、平均値は原試料の2.7倍、シルトの5.2倍である。中海では出現範囲はやや大きく、平均値は両者の約2倍にとどまっている。

水平分布を詳細にみると(第4図)、穴道湖では斐伊川河口 -0.87%、玉造川河口沖 -0.88%、来待川河口 -0.71%、湖底平原北縁 -0.85% 等、河口および、水深5m付近の湖底平原縁辺部が高い。これに対し、湖底平原内部は0.40-0.69%と低下し、斐伊川河口沖から湖底平原部への斜面および大橋川への斜面が最低値となっている。中海では、1.0%以上の高含有量域は、湖南西岸 -1.13% および江島北西岸 -1.05% の2水域で、これに次いで高いのは、弓ヶ浜半島中央部沿岸 -0.92%、飯梨川河口 -0.87%、意宇川河口沖 -0.85% 等、河口および河口沖と湖底への急斜面下である。一方、低含有量域は、湖主部南部一帯 0.26-0.30%、境水道入口付近 -0.30% 等である。

両湖を通じて一般的にいえることは、ばらつきが多く、かつ、河口域ないし沿岸浅部の著しく高いのが特徴で、シルトフラクション中の炭素含有量の河口域での高さをはるかに越している。

原試料およびシルト・粘土フラクションの各水平分布から考えられることは、窒素量を変化させる主体となっているのは、窒素に富む粘土ではなく、むしろ、より粗粒で窒素に乏しいシルトであろうということである。

4. 窒素の分布上の特徴

以上に述べたことを要約すると、第2表の通りである。

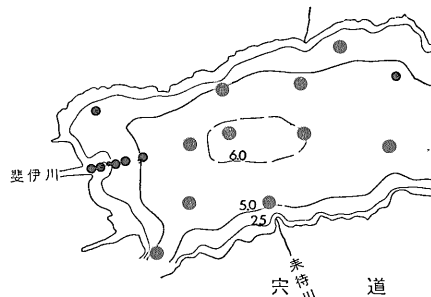
次に窒素含有量と水深との関係をフラクション別に検討してみる。

原試料の場合、穴道湖では水深増加に伴い含有量が漸増し、正の直線的な相関関係が認められるが、中海の場合には、大根島東岸から南東岸周辺域、大橋川・意宇川河口から各河口沖の水域において、水深増加に伴う含有量の増加が部分的に認められる程度である。

シルトフラクションの場合、穴道湖では、分布幅が非常に狭いので明確な関係は認められないが、水深の浅い部分で低く、深い部分で高い傾向が見られる。中海では、江島北西岸、大根島・江島中間水道部分、大橋川河口域、意宇川河口域、湖南岸沿岸および小湾入を例外として、窒素含有量と水深とはほぼ逆相関の関係を示し、水深増加に伴い含有量が減少する傾向を示す。

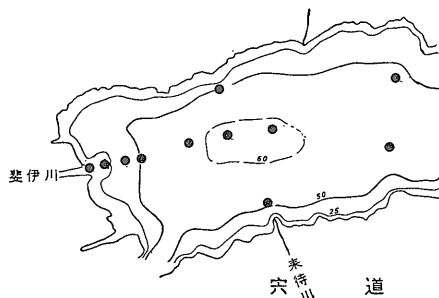
粘土フラクションについては、穴道湖では、河口域と湖底平原最深部および縁辺部の1地点(S77)を除けば、水深と含有量とは直線的な正の相関関係を示し、水深増

- 0.00 - 0.19
- 0.20 - 0.39
- 0.40 - 0.59
- 0.60 - 0.79



第2図 原試料

- 0.00 - 0.19
- 0.20 - 0.39
- 0.40 - 0.59
- 0.60 - 0.79
- 0.80 - 0.99

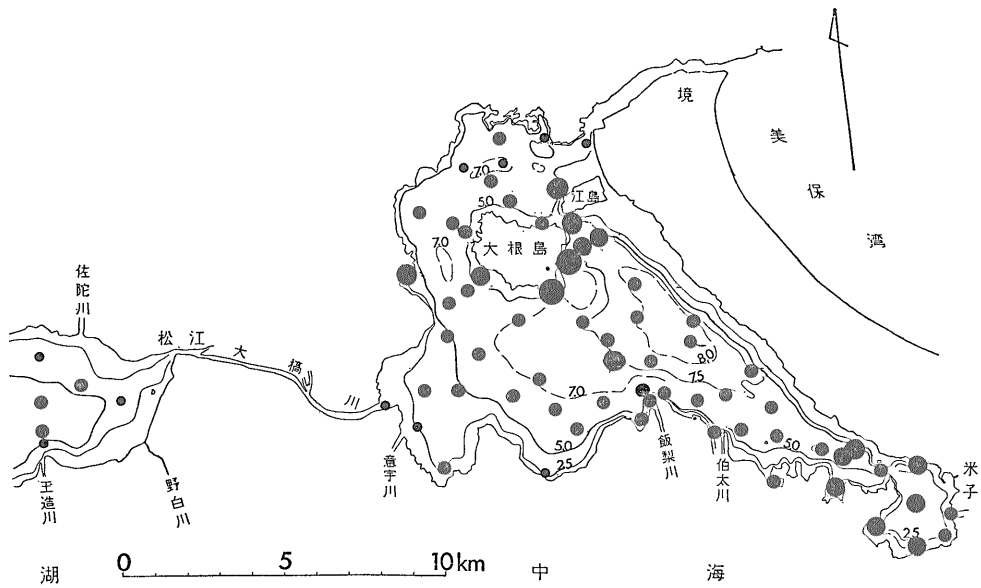


第3図 シルト

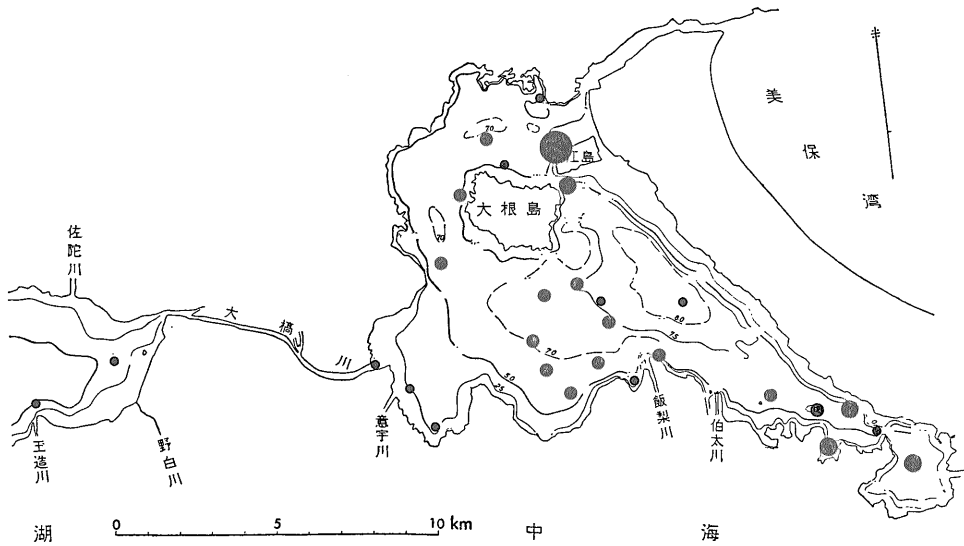
加に伴い含有量が大幅に増加して行く傾向が認められる。

しかし、中海では相関性は全く認められない。

現世堆積物中の窒素含有量と粒度との関係は、炭素含有量の場合と同様に、一般的には、堆積物が細粒であるほど含有量が多いとされている(市原・黒田, 1964)。ま



中の窒素含有量 (%)



フラクシヨン中の窒素含有量 (%)

た, TRASK (1932) は, ベーリング海西部の現世堆積物中の窒素含有量が, シルト質粘土の 0.158% を最高に, 細粒シルト 0.142%, clay muds 0.104%, 粗粒シルト 0.076%, 細粒砂 0.055%, 中粒砂 0.031% と, 粒度が粗くなるに従って少なくなることを示した. この値を宍道湖のシルト・粘土各フラクシヨンの窒素含有量 0.06-

0.14% (平均 0.11%), 0.20-0.88% (平均 0.57%) および中海のシルト・粘土各フラクシヨンの 0.06-0.80% (平均 0.28%), 0.26-1.13% (平均 0.58%) と比べると, 全般的に両湖の方が著しく高い. そして, TRASK のシルト質粘土の窒素含有量は粗粒シルトのその 2.1 倍で, 中海の粘土の窒素含有量がシルトのその 2.1 倍

であるのと等しい。さらに、宍道湖では、粘土フラクシ
ョン中の窒素量はシルトフラクシジョン中の窒素量の 5.2
倍に達するが、例外としては、中海に、米子湾入部内の
0.6 倍。水深 6.10m の水域で 0.9 倍のように、いずれ
も還元環境下の水域でシルトフラクシジョン中の含有量の
方が高い値を示す地点がある。

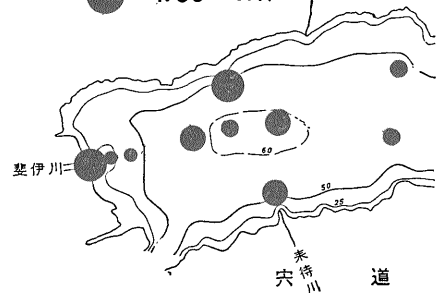
この点を、粘土フラクシジョン中の窒素量とシルトフラ
クシジョン中の窒素量の比 (N-cl/N-st) によってさらに検
討しよう。

N-cl/N-st は、宍道湖 2.8-14.5 (平均 5.9), 中海
0.6-8.1 (平均 2.7) で、宍道湖の方が圧倒的に高い。
これは、宍道湖のシルト中の窒素量の値が低いことと、
粘土中の値が高いことによる。

N-cl/N-st の水平分布をみると、河口域が著しく高く、
斐伊川河口 14.5, 玉造川河口沖 9.8 で、これは上述の
ように、河口でのシルト中の低さと、粘土中での高さよ
るものである。中海でも、宍道湖ほどではないが、河
口または湖岸等は比較的高く (例えば、南岸 -8.1, 大
橋川河口 -5.1, 意宇川河口沖 -5.3, 北岸 -5.0 等),
北岸 (N-st 0.06, N-cl 0.30 で、N-cl も低い N-st
が著しく低い) を除いては、すべてシルト中での低さと、
粘土中での高さが共通した特徴となっている。

以上のことは、河口および湖盆底の比較的酸化的な環

- 0.00-0.19
- 0.20-0.39
- 0.40-0.59
- 0.60-0.79
- 0.80-0.99
- 1.00-1.19

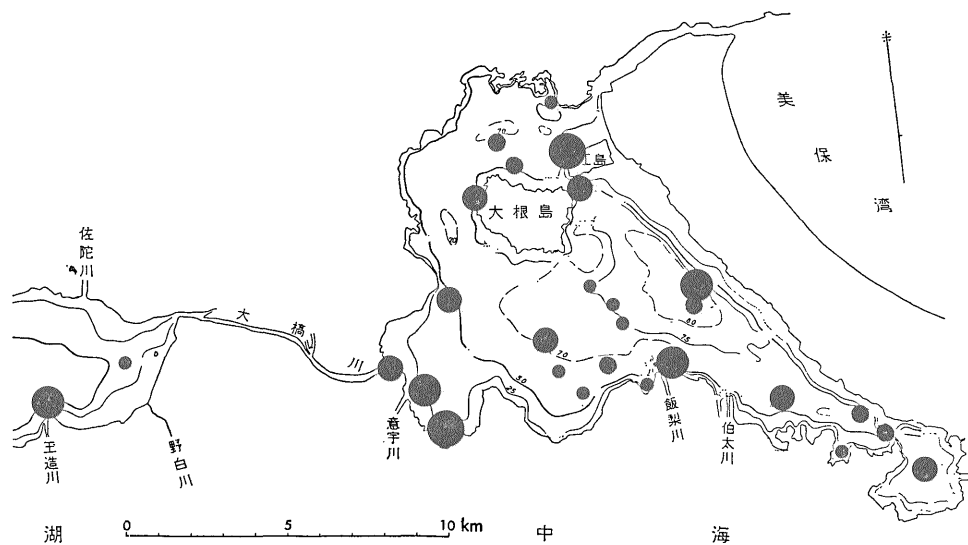


第4図 粘土

境下では、シルトサイズの有機物は分解しやすいの対
して、粘土サイズの有機物は酸化条件に対して安定して
いることが大きな要因となっている可能性を示すものと
考えられる。

第2表 窒素含有量分布の特徴

	宍 道 湖		中 海	
	窒素含有量 (平均) (%)	特 徴	窒素含有量 (平均) (%)	特 徴
原 試 料	0.10-0.34 (0.20)	低含有量. 分布幅小 低含有域 (河口域) 高含有域 (湖底平原西 部)	0.07-0.76 (0.33)	やや低含有量. 分布幅 大 低含有域 (湖北方・河 口域) 高含有域 (大根島東岸・ 南岸・南西岸, 米子湾 入部)
シルトフラクシジョン	0.06-0.14 (0.11)	低含有量. 分布幅小 低含有域 (全般, 河口 域最低-湖底平原中間- 東端最高)	0.06-0.80 (0.28)	やや低含有量. 分布幅 大 低含有域 (境水道口最 低. 河口付近, 大根島 南東最深部) 高含有域 (江島北西岸, 大根島・江島水道, 米 子湾口部)
粘土フラクシジョン	0.20-0.88 (0.57)	高含有量 (原試料の 2.7 倍, シルトの 5.2 倍). 分布幅大. 低含有域 (斐伊川・大 橋川から湖底平原部へ の斜面) 高含有域 (河口域, 湖 底平原縁辺部)	0.26-1.13 (0.58)	高含有量 (原試料・シ ルトの 2 倍). 分布幅大. 低含有域 (湖主部大根 島南方, 境水道口) 高含有域 (沿岸部-南 西岸, 江島北西岸, 弓 が浜半島中央部, 河口 域)



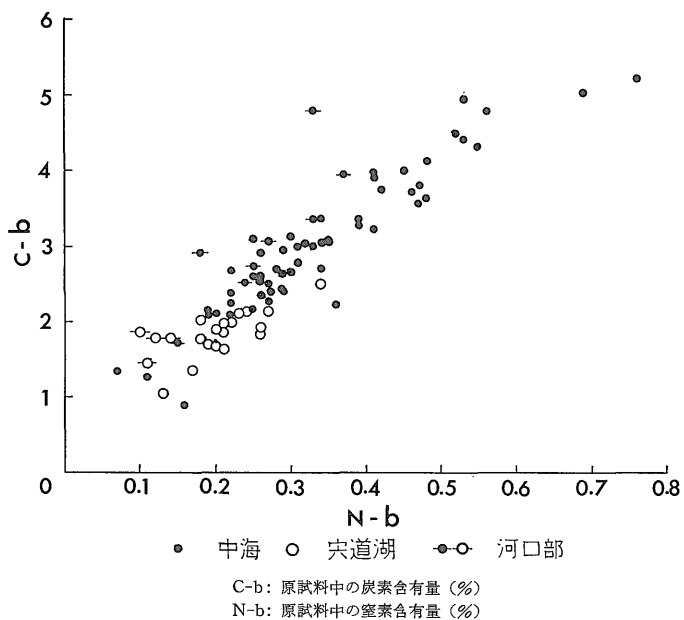
フラクシ ョン中の窒素含有量 (%)

5. 窒素量と炭素との関係

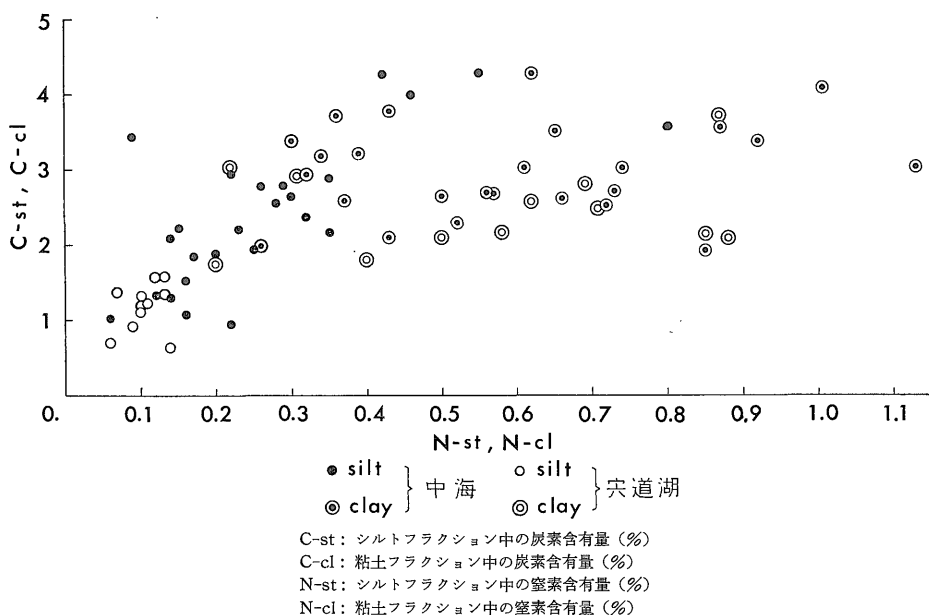
炭素量の水平分布をみると (小野・小野寺, 1976), 両湖とも大なり小なり湖底地形に対応した分布を示す。宍道湖ではそれがとくに著しく, 湖岸より湖央に向かって炭素含有量も増加し, 水深 5m より深い湖底平原部で相対的に高く, 高含有域 (2% 以上) の分布は湖央より西

に偏った湖底平原部に限られている。中海の場合には, 2% 以下の低含有域は大橋川河口および境水道口付近に限られ, 3% 以上の高含有域は, 北岸を除いた大根島沿岸周辺と江島一大根島南東方向一飯梨川河口を結ぶ線以東の水深 7-8m の帯状の湖底最深部と米子湾である。

一方, 窒素量の水平分布はすでに述べたように, 宍道湖では湖底地形を反映し, 中海では対応がやや弱く, 大



第 5 図 炭素含有量と窒素含有量関係図



第 6 図 シルト・粘土各フラクション中の炭素・窒素含有量関係図

根島南西等に水深の浅い割に窒素量が高い部分があるが、この水域を除けば、窒素量分布は炭素量分布と調和的であるといえる。

窒素量と炭素量との関係は、BORDOVSKIY (1965) のベーリング海海底堆積物のような分散の少ない整った直線の関係ではないが、一般にいわれているように、ほぼ正の直線的相関関係を示している (第 5 図)。しかし、その傾きは宍道湖河口域、中海河口域、宍道湖河口以外水域、中海河口以外水域の順に減少して行く。この中で、中海河口以外水域では、炭素量 3.5%-窒素量 0.4% 以上になると傾斜がさらに減少し、炭素増加量に対する窒素増加量が大きくなる傾向が見える。この数値範囲に入るのは大根島南東岸から南東方米子湾にかけての還元環境下の水域であり、ここでは他水域より炭素以上に窒素の保存率が高いことを示しているものと思われる。シルトフラクションの場合には、宍道湖と中海の傾きの開きは原試料に比べて大きい (第 6 図)。これに対し、粘土フラクションの場合には、両湖とも炭素量と窒素量との間に相関性は全く認められない。

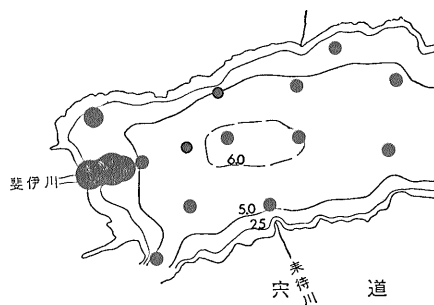
以上の諸点を C/N 比によって次に検討する。

両湖の原試料の C/N 比をみると (第 1 表, 第 7 図), 宍道湖はその出現範囲 7.2-18.2 (23 試料平均 9.9) に対し、中海は 5.8-18.6 (67 試料平均 9.6) である。両湖を比較すると、分布幅は中海がやや大きい。平均値では宍道湖がやや高いが、両湖とも類似の値を示し、また

値の頻度分布は、8.0-9.9 の範囲に宍道湖は 23 試料中 11 試料 (47.8%), 中海は 67 試料中 36 試料 (53.7%) がそれぞれ集中している。

C/N 比の水平分布をみると、宍道湖では河口域のみ相対的に高く、12.9 以上を示すのに対し、その他水域は 7.2-9.8 である。すなわち、斐伊川では河口から河口沖

- 4.0 - 5.9
- 6.0 - 7.9
- 8.0 - 9.9
- 10.0 - 11.9
- 12.0 - 13.9
- 14.0 - 15.9
- 16.0 -



第 7 図 原試料

に向かって 14.7, 12.9, 18.2, 12.9, 玉造川河口沖 13.4 等で, 他水域より圧倒的に高い値を示す。低い水域は湖東の湖底平原 -7.2, 湖底平原北縁 -7.3, 湖底平原西端 -7.4 等である。中海についてみると, 飯梨川河口 -11.4, 10.7, 伯太川河口 -11.1, 11.5, 新加茂川河口 -14.5 (米子湾内), 意宇川河口沖 -11.6, 大橋川河口 -11.0, 境水道入口 -10.6 等, 河口および河口域がいずれも高い値を示す点は宍道湖と同様だが, この他にも北部沿岸 -18.6, 大根島北岸 -10.4, 大根島北方 -11.3, 11.0, 大根島南方の湖主部 -11.4, 米子湾内沿岸 -10.6 等沿岸域で高い値を示している。一方, C/N 比の低い水域は, 大根島東部沿岸 -6.8, 同南部沿岸 -7.3, 同南西部沿岸 -7.9, 湖主部南方 -7.9, 湖主部南岸 -5.8, 米子湾口付近 -7.6 等, ほとんどが還元環境域である。その他の水域は 8-9 台が広く分布している。

原試料中の C/N 比水平分布の特徴は, 1) 両湖とも 8.0-9.9 の分布域が広いこと, 2) 河口域が高い(宍道湖で 12.9-18.2, 中海で 10.6-18.6) ことと, その他水域が低い(両湖とも 10 以下) ことで, この特徴は宍道湖により顕著に示される。3) 特に低い水域が, 宍道湖では湖底平原西端, 中海では大根島南・南東沿岸域に認められることである。

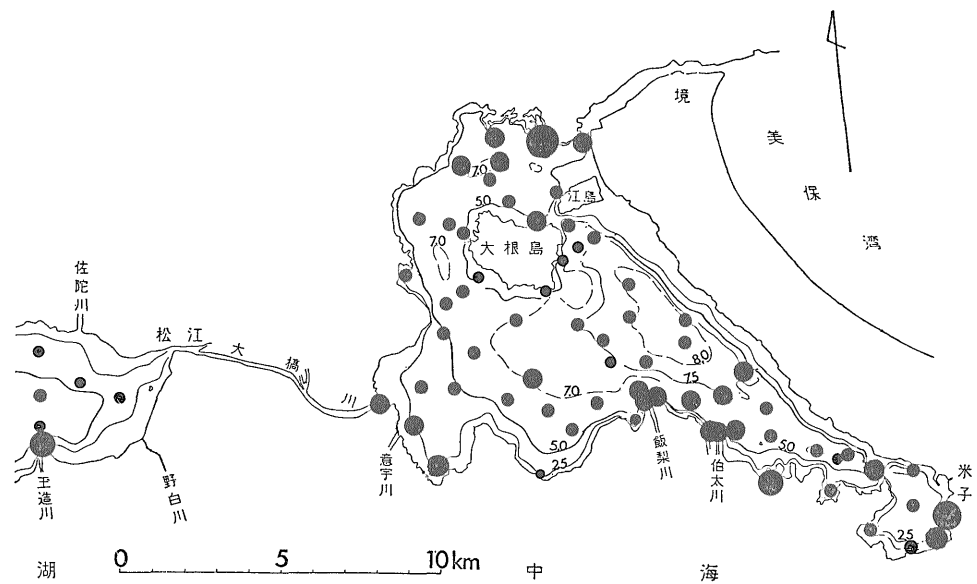
一般的に海洋底質の C/N 値として平均 10.0 (TRASK, 1955) があるが, 様々な海洋の平均値として 7.1 (BADER *et al.*), バレンツ海 7.0 (陸棚部分 4.3-12.7) (STEVENSON), 同じくバルト海 9.1 (GRIPPENBERG), モ

トフスキー湾 7.2 (GORSHKOVA), バルト海 9.1, ボトニア湾北部 11.5 (GRIPPENBERG), そして北部カスピ海 29.8-40.1 (KLENOVA) 等の値が示されている (BORDOVSKIY, 1965 による)。また, 大嶋 (1966) は, 北海道有珠湾の底質の C/N 比を有機炭素量との関連性から, 有機炭素量 1% 以上-≒10, 2% 以上->12, 干潟域で底棲動物棲息域 -<6, 底質表層摂餌動物群集帯 -3-7 の値を示している。

上記の値に比べると, 両湖とも平均値では TRASK の海洋底質の平均値および有珠湾の有機炭素量 1% 以上水域の値に近い。

シルトフラクション中の C/N 比は, 宍道湖では 4.6-20.0 (13 試料平均 11.8) に対し, 中海では 3.9-37.5 (26 試料平均 10.6) である (第 1 表)。シルトフラクション中の C/N 比水平分布の特徴は, 宍道湖では斐伊川河口沖 20.0 と湖東端 4.6 の 2 測点を除いては変化量が少なく, 河口域も湖底平原部もすべて 10.2-13.4 に分布し, 地域の特徴がほとんどないことである。一方, 中海ではこれとは対照的に, 湖内変動量が原試料・粘土に比べ最高を示し, 飯梨川河口付近の小湾入 37.5, 湖北部沿岸小湾入 17.2, 湖南西沿岸 14.9 等沿岸部と, 米子湾口 14.8 の数測点が高く, 逆に江島北西岸 3.9, 大根島北方 4.4 が極端に低いほかは, 湖大部分が 6.2-11.2 の間に分布する (第 8 図)。

粘土フラクション中の C/N 比は, 宍道湖では 2.4-13.7 (12 試料平均 5.5), 中海では 2.7-11.3 (26 試料



中の C/N 比

平均 5.9) である。粘土フラクシオン中の C/N 比水平分布の特徴は、両湖とも 1, 2 測点 (宍道湖では斐伊川河口沖の 13.7, 9.5, 中海では北部沿岸 11.3, 米子湾入部の小湾入 10.3) を除いて、ほとんど全域が低い値 (宍道湖 2.4-4.5, 中海 2.7-9.3) で占められていることである (第9図)。

ところで、C/N 比の水平分布を支配する一つの因子として根源有機物が考えられる。

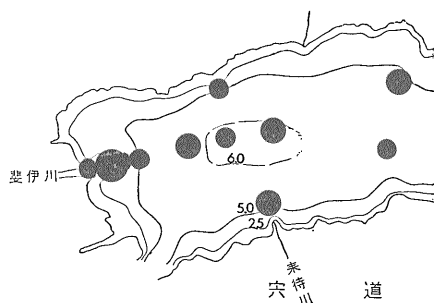
小山ほか (1967) は、木崎湖でプランクトン 5.7, 水深 25.5-28.5m に沈降した生物碎屑物 10.7 の値を示し、BORDOVSKIY (1965) によれば、MOHAMED (1948) は、北部紅海で、陸岸からの影響のない海底浮遊堆積物の C/N 比は、プランクトンの C/N 比を反映し、これに一致すると指摘した。浜口ほか (1953) は、駿河湾に搬入される陸上植物および海洋生物の C/N 比を検討し、海棲動物および混合プランクトン 2.8-4.1 (平均 3.4), 陸上植物 12.3-28.9 (平均 19.2), 海藻類 14.5-26.9 (平均 19.7) の値を示した。また、SKOPINTSEV (1960) は、腐植物質の化学組成の特徴を検討し、土壌起源 15 以上、淡水プランクトン起源 6-12, 海洋プランクトン起源 10 以下の各値を示した。さらに BORDOVSKIY (1965) は、植物プランクトン 5.9, 動物プランクトン 6.3, バクテリア \approx 5 とそれぞれの C/N 比を出している。

BORDOVSKIY (1965) は、有機物は堆積過程での変質によって C/N 比に影響を与えられてはいるが、幅広く変化する C/N 比の値の中で、個々の有機体のグループとしてはほぼ一定しているので、C/N 比から根源有機物を推測することができるとしている。

宍道湖・中海の C/N 比の値を河口・沿岸域とその他の水域とに分けて考えると、河口・沿岸域では宍道湖 11 以上、中海 10 以上、その他水域では両湖とも 10 以下を示す。これを前記の値と比べると、河口・沿岸域の値は陸上植物の下限に近く、その他水域の値は SKOPINTSEV (1960) の淡水プランクトン 6-12, 海洋プランクトン 10 以下にほぼ一致する。以上のことから、両湖の C/N 比を左右しているものの一つに根源有機物の相違が考えられ、河口・沿岸域での C/N 比の高さに対しては、供給される陸源性の窒素量に乏しい植物起源の有機物による影響が、その他水域での低さに対しては、窒素量に富むプランクトンの影響がそれぞれ考えられる。

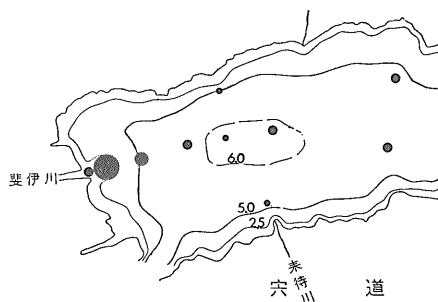
なお、フラクシオン別の C/N 比を検討すると、シルトフラクシオンの C/N 比は、宍道湖では東端に近い 1 点を除いて、河口域・湖底平原部いずれも 10.2 以上を示し、地域の特徴がほとんどなく、一方、中海では、これと対照的に湖内変動量が大きく、沿岸部で 14.8-37.5 の

- - 3.9
- 4.0 - 5.9
- 6.0 - 7.9
- 8.0 - 9.9
- 10.0 - 11.9
- 12.0 - 13.9
- 14.0 - 15.9
- 16.0 -



第8図 シルト

- - 3.9
- 4.0 - 5.9
- 6.0 - 7.9
- 8.0 - 9.9
- 10.0 - 11.9
- 12.0 - 13.9

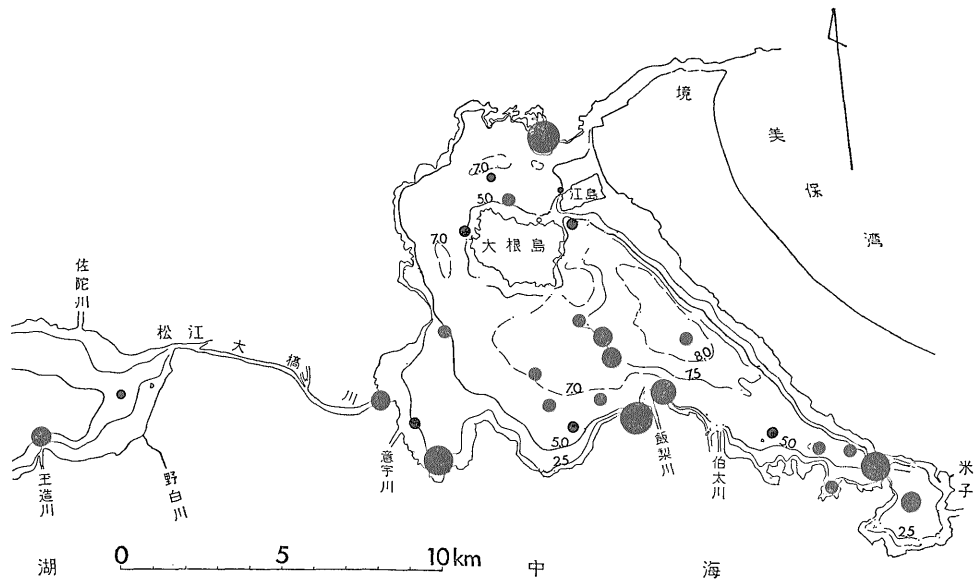


第9図 粘土

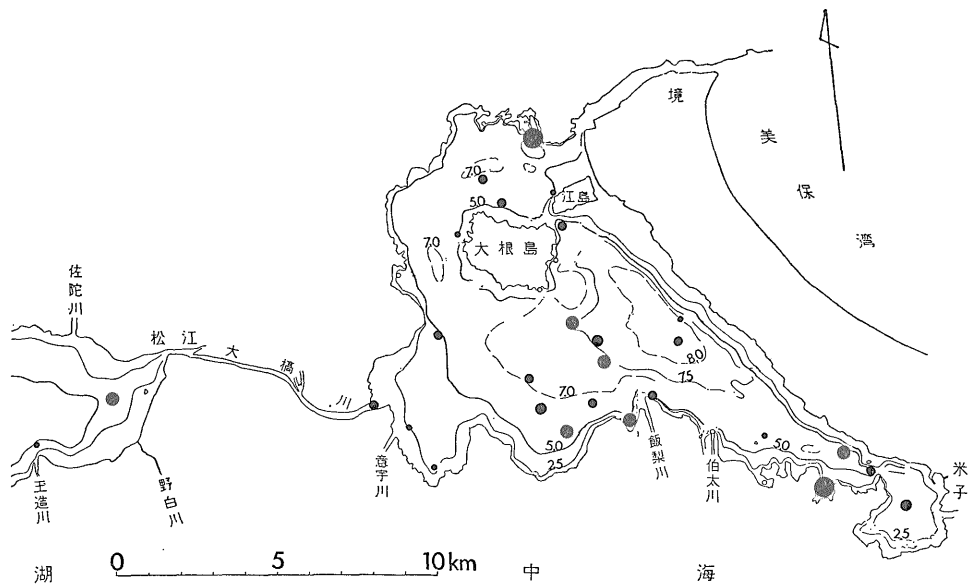
値がみられるが、その他では大半が 10 以下である (第8図)。

一方、粘土フラクシオンの C/N 比が 10 以上であるのは、宍道湖の斐伊川河口沖、中海の沿岸域の計 3 測点に限られ、他の測点については、宍道湖で 2.4-8.9, 中海で 2.7-9.3 の範囲にある (第9図)。

上述のようなフラクシオン別の C/N 比分布から、シ



フラクシオン中の C/N 比



フラクシオン中の C/N 比

ルトフラクシオン中の C/N 比を支配しているのは、陸源性の植物起源の有機物、粘土フラクシオン中の C/N 比を支配しているのは、主に湖内で生産されるプランクトンであろうと考えられる。また、シルトフラクシオン中の C/N 比が宍道湖では全般に高く、中海では沿岸域でのみ高くなっている原因は、望月・中尾 (1972) が示唆している両湖のプランクトン組成の差異、および、河

川から運ばれてくる植物起源の有機物の拡散範囲の差異であろうと考えられる。

6. まとめ

宍道湖・中海の泥質堆積物中の窒素・C/N 比分布ならびに、それと堆積物の粒度との関連性を検討した。その結果を要約すると次の通りである。

1) 窒素含有量は、炭素含有量での特徴と全く同様に、宍道湖は相対的に低く、分布は単純で湖内での地域差も少ないのに対し、中海は高含有量、複雑な分布を示し、湖内での地域差も大きく、一水域内の窒素含有量としては非常に幅広い出現範囲を示す。

2) 窒素含有量と粒度との関係は、一般的には細粒ほど含有量が多く、粘土フラクシオン中の含有量は、シルトフラクシオン中のその宍道湖は約5倍、中海は約2倍を示す。

3) フラクシオン別にみた窒素含有量の分布状態と、N-cl/N-st 比の分布状態とは、河口および湖盆底の比較的酸化的な環境下では、他の環境下に比べて有機物分解の速度がより大きいことに起因するものと思われ、その具体的な機構として、シルトフラクシオン中の有機物は酸化的環境下では分解しやすいのに対して、粘土フラクシオン中の有機物は安定していることが考えられる。

4) 窒素含有量と炭素含有量の関係は、原試料およびシルトフラクシオン中では、正の相関関係を示すが、粘土フラクシオン中では何の相関性も示さない。

5) 原試料の C/N 比は、両湖とも、出現範囲・平均値いずれもほぼ等しいが、宍道湖は 6.0-9.9 に、中海は 8.0-11.0 に集中している。C/N 比分布の特徴としては、8.0-9.9 の分布域が広範囲に及んでいること、および、河口域が圧倒的に高い(宍道湖 12.9-18.2、中海 10.6-18.6)のに対し、その他水域は低い(宍道湖 7.0-9.9、中海 8.0-9.9)点である。両湖の C/N 比分布を左右するものの一つに根源有機物の相違が考えられ、河口域での高さに対しては窒素量の少ない陸源性植物、その他水域での低さに対しては、窒素量に富むプランクトンのそれぞれ影響が考えられる。

謝 辞

この研究を進めるに当たり、地球化学課牧真一技官から有益な御意見を頂き、乾式燃焼法による定量については、化学課永田松三・西村富子両技官から懇切なる御指導を受けた。さらに海洋鉱物資源課長水野篤行氏からは、野外・室内において終始御指導を受け、本稿についても数多くの御意見を頂いた。また海洋鉱物資源課中尾征三技官からは、本稿について有益な御助言、御援助を頂いた。これらの方々に、心から感謝の意を表すものである。

文 献

ARRHENIUS, G. (1950) Carbon and nitrogen in subaquatic sediments. *Geohim. Cosmohim.*

Acta, vol. 1, p. 15-21.

BORDOVSKIY, O. K. (1965) Accumulation and transformation of organic substance in marine sediments. *Marine Geol.*, vol. 3, p. 3-114.

GRIPPENBERG, S. (1934) A study of the sediments of the north Baltic and adjoining seas. *Finnish. Geog. Soc.*, Fennia Series, 60, no. 3, p. 1-231.

浜口 博・太田直一・板谷実平・島田正子 (1953) 深海底土の化学的研究(その14-15). 日化, vol. 74, p. 761-770.

市原優子・黒田紀子(1964) 有明海海底の沖積層に含まれる有機物. 地質雑, vol. 70, p. 572-579.

KOYAMA T. and TOMINO T. (1967) Decomposition process of organic carbon and nitrogen in lake water. *Geochem. Jour.*, vol. 1, p. 109-124.

望月常一・中尾征三(1972) 宍道湖・中海湖水の懸濁物中のウラン含有量. 地質調月, vol. 23, p. 393-398.

小野美代子・小野寺公児(1976) 宍道湖・中海の堆積物中の炭素分布について. 地質調月, vol. 27, p. 535-553.

大嶋和雄(1966) 北海道有珠湾の底質と底棲動物群集. 地質雑, vol. 72, p. 439-449.

———・渡辺 浩・佐竹俊孝・塩沢孝之・小原昭雄・丸 邦義(1966) 北海道サロマ湖の生態学的研究—形成史と底質について—. 北海道立水産試験場報告, no. 6, p. 1-32.

———・横田節哉(1970) 山陰沖底質中の腐植について. 地質調月, vol. 21, p. 279-286.

SKOPINTSEV, B. A. (1960) Organic substance in sea water. (in Russian) *Tr. Gidrofiz. Inst.*, vol. 19, p. 3-20.

TRASK, P. D. (1932) *Origin and environment of source sediments of petroleum*. 323 p., Gulf Publ. Co., Houston.

——— (1955) Organic content of recent marine sediments: Recent marine sediments—A symposium, p. 428-453. Ed. by TRASK, P. D., *Amer. Assoc. Petrol. Geologists.*

(受付: 1976年5月31日; 受理: 1976年11月10日)