



Title	海洋底質の化學的研究：第5報 海底土による海水溶存酸素の消費作用について
Author(s)	奥田, 泰造; OKUDA, Taizo; 加藤, 健司 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 2(4), 281-292
Issue Date	1952-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/22724
Type	departmental bulletin paper
File Information	2(4)_P281-292.pdf



海洋底質の化學的研究

第 5 報 海底土による海水溶存酸素の消費作用について

奥 田 泰 造 (東北海區水産研究所)

加 藤 健 司 (無機化學海藻化學教室)

CHEMICAL STUDIES ON MARINE DEPOSITS

V. ON THE CONSUMPTION OF WATER-DISSOLVED OXYGEN BY BOTTOM DEPOSITS.

Taizo OKUDA and Kenji KATO

In sea bottom, the deposits consume the oxygen dissolved in sea water. As to the qualities which seem to have influence on the oxygen consumption by the deposits, one may indicate various factors, as biologicals or minerals. For the purpose of clarification of these factors, bottom samples taken from Onagawa and Shiogama-Bay and from the sea to the northwest of Hokkaido Island were employed as experimental material in these investigations.

Pervious to the investigations, the effects of the experimental methods upon the oxygen consumption were examined individually with every experimental manner.

From the investigations the following results were obtained:

(1) The consumption velocity was adapted to the first reaction formula; elevation of temperature increased the consumptive action.

(2) The characters of bottom samples might influence the oxygen consumption, so these relations were investigated with mud of Shiogama-Bay; the results may be stated as follows:

(a) It seemed that the greater part of the oxygen consumption was not brought about by the biotic factors themselves, such as bacteria and enzymes, so much as by the reductive abiotic states caused by the former.

(b) The oxygen consumption by these reductive substances seemed to have some correlation with the carbon content of humus colloid and the particle radius of mud ($<10\mu$), but it was hardly possible to detect any correlation to the total sulfide content in mud.

(3) As to the bottom samples from the deep sea to the northwest of Hokkaido Island, it seemed that the consumption had negative correlation to the water depth of the site of deposition; it was difficult to detect any correlation with the organic carbon content of the deposit.

I. 緒 論

海水中に溶存する化學成分は、そこに棲息する生物と密接な關連を有し、更にこれらは海底沈澱物

との間に一連の物質循環系をなしていることが知られており、従つて海底沈澱物は海洋の生産力に大きな役割を果している。

海水溶存酸素は海水中における酸化作用の主因をなすものであるが、大洋では概して水塊の流動が活潑で、湖沼のように環境の變化により、溶存酸素が減少して棲息する動物の呼吸作用に支障を來たすことは殆ど見られないようである。

しかし内灣などの様に、有機物を始め種々の還元性物質の沈積の多い水域では、夏期停滯期において、その深層水中の酸素が著しく減少する場合がある。このことについては、深層水への酸素の供給が不充分であること、植物の同化作用が表層に比して活潑でないため酸素の生産が少ないこと、其他底棲生物による酸素の消費などが考えられるが、更に海底土中の還元性物質の酸化や海底細菌による消費など、所謂海底土による溶存酸素の消費も決して少なくないものと思われる。

こゝに於て、近時環境要因としての水底土の研究が活潑となり、水底土による水中溶存酸素の消費に關する研究も多くの人々によつてなされている。すなわち、湖沼沈澱物については宮地⁽¹⁾、山本⁽²⁾により、海洋沈澱物については元田⁽³⁾、川村⁽⁴⁾及び加藤(威)・松平⁽⁵⁾⁽⁶⁾により、また、干潟地の酸素吸収については倉茂・太田⁽⁷⁾によつて研究がなされている。

本報に於ては、武蔵堆を中心とした水深100~1,000米の陸棚及び陸斜の比較的深い海底の沈積物と、塩釜、女川兩港の如き浅い内灣の底土とを對象として、海底土による海水溶存酸素の消費作用の意義及び要因について研究を行つた結果について報告する。

本研究の遂行に際し、終始御懇切なる御指導を賜つた東北海區水産研究所増殖部長谷田專治博士、東北大學女川實驗所に於ける實驗に當り種々御便宜を頂いた東北大學農學部教授今井丈夫博士並に同實驗所の諸氏に深謝する次第である。また、武蔵堆周縁の海底土採取に當つては、元北海道大學水産學部練習船「おしよる丸」船長櫻庭誠三教授並に北海道水産試驗場苫米地洋文技官の御協力を賜つたが、茲に深く謝意を表す。なお、本研究の費用の一部を文部省科學研究費に仰いだことを記して謝意を表す。

Table 1. Tabulated Data of Bottom Samples of the Sea to the northwest of Hokkaido Island

St. No.	Position		Depth (meters)	Texture of Deposit	Organic Carbon %	Total Nitrogen %	Oxygen Consumption c.c./g×100
	Lat. N	Long. E					
17	43° 30' 30"	140° 29' 48"	680	M	2.61	0.34	8.1
21	43° 30' 30"	139° 59' 12"	616	MS, Gr	1.22	0.12	5.3
24	43° 37' 18"	140° 15' 30"	760	M	2.18	0.49	3.3
30	43° 34' 30"	140° 55' 30"	145	Gr. S	0.64	0.07	5.4
31	43° 39' 30"	140° 56' 0"	450	M	2.53	0.27	6.1
51	43° 50' 12"	141° 16' 0"	147	MS	1.97	0.15	17.3
54	43° 39' 36"	140° 57' 24"	395	M	2.46	0.25	10.1
95	44° 3' 30"	139° 59' 24"	950	M	2.04	0.63	3.1
97	44° 4' 12"	140° 12' 6"	690	M	2.36	0.25	6.4
138	44° 14' 42"	141° 17' 0"	90	MS	1.32	0.09	11.5
141	44° 19' 54"	141° 5' 36"	340	M	2.11	0.31	13.2
184	44° 33' 42"	139° 31' 18"	590	MS	1.25	0.15	7.2
189	44° 34' 12"	140° 6' 6"	320	MS	0.49	0.06	5.2
195	44° 34' 18"	140° 51' 30"	230	MS	0.72	0.09	11.0
245	44° 52' 54"	140° 34' 30"	360	MS	2.02	0.27	15.0
248	44° 53' 24"	140° 53' 6"	140	S	0.98	0.17	12.0
264	45° 4' 24"	140° 1' 30"	512	MS	1.41	0.21	8.0
269	45° 3' 42"	140° 36' 6"	365	M	1.89	0.21	10.5
298	45° 19' 30"	140° 37' 6"	468	M	2.32	0.21	6.4
306	45° 24' 18"	140° 18' 42"	450	M	2.17	0.18	12.6

II. 實驗試料

1. 北部日本海武蔵堆周邊の試料は既報⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾と同様、昭和24年夏季北部日本海深海魚田調査に際し、本學部練習船「おしよろ」丸(506屯)で採取したもので、實驗は採泥現場に於て、採泥直後行つた。その試料の性状については第1表に示した通りである。

この海域は黒潮の終端と親潮の尖端とが交錯し、武蔵堆、天賣焼尻兩島を含み複雑多岐な海底形態を有する半深海性の海域で第3報に於て述べた如く底質中の有機物のC, N, C/Nなども相當變化に富んでいる。

2. 塩釜港の試料については、酸素消費量と底質の諸性状との関連性を検討するため、昭和26年4月採泥し實驗に供した。

Fig 1. Stations of Observation in Shiogama Harbour.

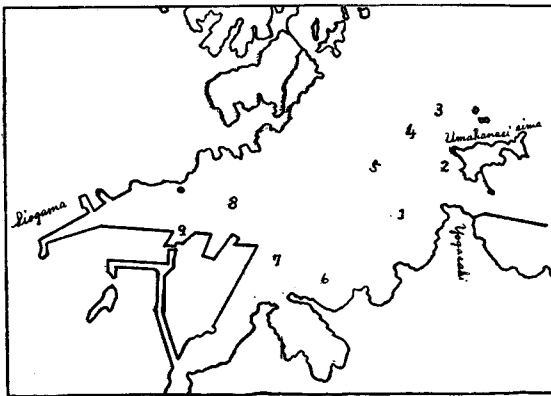


Table 2. Tabulated Data of Bottom Samples of Shiogama Harbour

St. No	Depth (meters)	Fine Mud (<10μ)%	Organic Carbon %	Total Sulphide %
1	1.5	67.4	2.60	0.055
2	1.8	79.1	2.92	0.127
3	2.0	47.3	1.95	0.001
4	1.5	73.5	2.92	0.115
5	1.0	62.4	2.79	0.109
6	1.2	78.4	3.42	0.163
7	7.0	89.5	3.21	0.284
8	4.5	88.2	3.08	0.668
9	3.0	40.3	4.15	1.174

この港の特徴としては、深く入り込んだ楔形をなし、全般的に極めて水深が浅く、しかも年々泥土が堆積し浅くなる傾向があり、ために浚渫が絶えず行われて底質の變動も著しいものゝようである。港内は荒天でも外洋からの波浪を直接受けることは殆どなく、風力による港内水の擾亂以外は、單に干満差に基く港内外水の緩漫な交換のみみられるだけで、港奥水は停滞し勝ちである。従つて港内水の汚染の度合も甚だ大きく、底質も殆ど泥で、有機質に富む微細泥が廣く分布している。同港に於ける試料の採取地點並に性状については、それぞれ第1圖及び第2表に示した。

3. 酸素消費量と作用温度との關係につき實驗を行うに當り、東北大學女川實驗所の設備を使用させて頂いたが、その試料は同實驗所の沖合500m、水深18.5m(試泥有機炭素量2.76%)の地點より採取した。

III. 實驗方法

1. 北部日本海武蔵堆周邊の試料については採泥直後、船上で應急的に行つたもので、何分充分とは云い難い點も多いが、同海域の海底土の酸素消費作用の概要はうかがうことが出来たと信ずる。その方法としては、各採泥現場において250c.c.容の試薬瓶に4c.c.の試泥をとり、基礎水として現場表面水を添加して空気の残らぬ様に密栓して上下に50回強振した後、12時間静置せしめた。しかる後、上澄液をサイフォンで靜かに酸素定量瓶に移し、残存せる酸素をウインクラ法⁽¹⁴⁾によつて定量した。これより基礎水中の酸素量との差を求め、試泥(濕泥)100c.c.に對する酸素消費量を算出した。

2. 塩釜港の試料については、採泥直後、現場で1.の場合と同様、試薬瓶に試泥及び基礎水を加えた後、2分間よく振盪し、24時間静置する。上澄液の酸素の定量は1.と同様にして行つた。酸素消費量の算出にあつては、試泥を乾燥秤量して、乾燥試泥100g當りの酸素消費量に換算した。

3. 女川港の試料については、採泥後試泥は出来るだけ空気との接觸をさける様密栓して実験所へ持ち帰り、6c.c.の試泥をとり、種々の温度の下で、同様酸素の吸収を行わせた。酸素消費の測定を終つた試泥は濾紙上に移して乾燥秤量し、試泥の酸素消費量を乾燥泥100g當りに換算した。

IV. 実験の経過及び考察

A. 実験方法の予備的考察：一

底土による酸素消費作用に關して実験する場合、その供試量、振盪法並に静置時間などについては、それぞれ研究者により一定せずその方法も區々まちまちであるので、先づその実験の方法について充分の検討がなされねばならない。こゝにおいて著者等は本実験に先立ち、その実験方法に就いて次の如き二、三の基礎的な実験を試みた。

以下(1)~(4)は塩釜港の試料につき、(5)は女川港の試料について行つた。

(1) 酸素消費量と試泥量

供試土の多少が酸素消費量に如何に影響するかを知るために、250c.c.の共栓瓶に種々の異つた量

Table 3. The Oxygen Consumption and the Quantity of Sample

Dried Sample (g)	0.53	0.93	2.13	3.79	9.98
O ₂ -Decrease (c.c./l)	2.02	2.13	2.81	3.84	4.94
Consumption c.c./g × 100	81.0	48.7	27.2	20.3	10.0

Temperature 8.8°C

の試泥を加えて実験した。その結果を第3表に示したが、供試土の量が多くなる程消費される酸素量が多くなるのは當然であるが、試泥單位量當りの酸素消費量は逆著しく減少して來る。これは静置した際沈澱し供試土の比表面積が減少するためではないかと思われる。従つて酸素の消費に關する比較を行うためには、一定量の試泥を採り実験を行はねばならないものとする。

以下(1)~(4)は塩釜港の試料につき、(5)は女川港の試料について行つた。

(2) 酸素消費量と採泥後実験に供するまでの放置時間

嫌氣的な環境に置かれていた海底土を採取後、直ちに酸素消費力を測定した場合と、相當時間試泥を空氣中に放置した後に実験に供した場合とでは、泥中の細菌の活動や空氣による酸化作用などのため、その酸素消費量が變つて來ることは當然予想されるところである。茲に於て採泥後、試泥を空氣中に、それぞれ0, 6, 22, 30, 48時間放置した後、その酸素消費力を測定したが、その結果は第4表の如くである。

Table 4. The Oxygen Consumption and the Exposed Time after Sampling

Time (h)	0	6	22	30	48
O ₂ -Decrease (cc/l)	2.59	3.80	3.89	4.02	4.03
Consumption c.c./g × 100	24.8	30.1	31.7	33.3	32.5

Temperature 10.0°C

即ち採泥直後測定した場合の消費量は最低で、6時間放置したものは急激にその酸素消費力を増大している。其後は放置時間を延長するも、その酸素消費量の増加は緩慢で略々一定の値に落付き著しい増加を認めることは出来なかつた。

即ち採泥直後測定した場合の消費量は最低で、6時間放置したものは急激にその酸素消費力を増大している。其後は放置時間を延長するも、その酸素消費量の増加は緩慢で略々一定の値に落付き著しい増加を認めることは出来なかつた。

(3) 酸素消費量と振盪時間

酸素の消費が比較的短時間内に相當活潑に進行することは、川村⁽⁴⁾及び倉茂・太田⁽⁷⁾も指摘しているが、著者等は試泥を基礎水に添加した後の振盪時間を種々に變えてその影響をしらべた。その結果

Table 5. The Oxygen Consumption and the shaken Time

Time (min)	2	4	6	10	20
O ₂ -Decrease(c.c./l)	2.77	3.05	3.00	3.35	3.31
Consumption c.c./g×100	32.0	35.0	36.1	38.1	42.6

Temperature 8.8°C

Fig 2. The Relation between the Oxygen Consumption and the Reacted Time. (Samples of Shioyama Harbour)

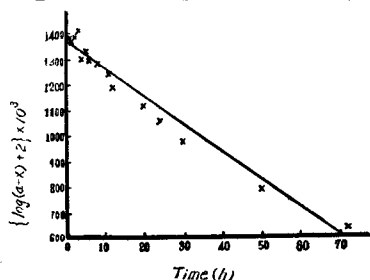


Table 6. The Oxygen Consumption and the Reacted Time

Temperature 10.0°C			
Time (h)	a-x	{log(a-x)+2} × 10 ³	Consumption c.c./g×100
0.5	0.242	1383.8	11.4
1.0	0.235	1371.1	11.6
2.0	0.244	1384.4	11.8
3.2	0.259	1413.3	14.4
4.0	0.200	1301.0	13.6
5.0	0.216	1334.5	15.7
6.0	0.203	1307.5	15.6
8.0	0.193	1285.6	17.4
11.0	0.175	1243.0	18.4
13.0	0.157	1195.9	20.4
20.0	0.133	1123.9	23.4
24.0	0.117	1068.2	23.6
30.0	0.097	986.8	25.1
50.0	0.063	799.3	29.4
72.0	0.044	643.5	32.2

a-x: Remained oxygen content after reaction c.c./g

果は第3圖及び第7表に示した通りであるが、それら酸素消費量と作用温度との間には直線的関係があり、相関分析の結果に於ても、第8表に示した様に1%以下の危険率で直線性の有意なることが認められた[F₀ = 174.1 > F'_{18}(0.01)]。

なお、以上の予備実験に供した基礎水は、有機質少き外洋水を濾過して用いたが、更にこの海水中に含まれる細菌などによる酸素消費の程度を知るため空試験を試みたが、その影響は少くともこの実験においては殆ど無視してもよい程度であつた。

B. 酸素消費作用の要因と底質の諸性状との関係：一

海底土の酸素消費の主因としては海底土中に生活する細菌などによる生物的要因や、腐植其の他の

は第5表に掲げたが、振盪時間が増すにつれて僅かに酸素消費量を増す傾向が見られた。なお、振盪は機械の準備がなかつたため、同一の速度を以て手で振盪した。

(4) 酸素消費量と作用時間

海底土による酸素消費の速度を吟味するため次の如き実験を行つた。即ち、予め恒温槽中にて10°C (±0.1°) に保温せる海水を基礎水として、同温度において作用時間を變化して、その酸素消費量の變化を測定した。而してこの酸素消費が一次反應的に行われるものとすれば、作用後残存している酸素量の對数はその作用時間に對して直線関係にあるべきである。

第2圖及び第6表は本実験における残存酸素量の對数と作用時間との關係を示したものであるが、それらの間には直線的關係を認めることが出来る。

即ち相関分析の結果は第8表に示した如く、0.1%以下の危険率で直線性の有意なることが認められる[F₀ = 477.3 > F'_{18}(0.001)]。而して海底土による酸素消費が一次反應的に進行することが認められた。

(5) 酸素消費量と作用温度

一般に化學反應速度は温度の上昇と共に増加するが、女川港の底質を試料として、海底土の酸素消費量と温度との關係をしらべた。即ち、予め田内式恒温槽内で、それぞれ6.8°C, 10.0°C, 15.0°C, の各温度に保つた濾過海水を基礎水として、試泥を加えその温度で24時間酸素の吸収を行かせた。その結果

Fig 3. The relation between the Oxygen Consumption and the reacted Temperature (Samples of Onagawa Harbour)

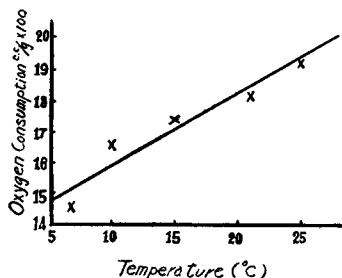


Table 7. The Oxygen Consumption and the Temperature

Temperature (°C)	Sample (g)	Original (O ₂ c.c./l)	Decrease (O ₂ c.c./l)	Consumption c.c./g × 100
6.8	4.81	5.45	3.39	14.6
10.0	4.20	5.36	3.33	16.6
15.0	4.28	5.30	3.60	17.4
21.0	4.42	5.18	4.14	18.2
25.0	4.19	4.86	4.06	19.3

有機物や重金属其他の無機物質の如き化学的要因を予想出来るが、加藤(威)⁽⁶⁾はその主因を泥の腐敗分解に歸し、川村⁽⁴⁾は消費量が粒子組成の微細なものほど多いことを指摘している。更に倉茂・太田⁽⁷⁾は酸素消費に與る要因としては有機物、鐵塩及び硫化物等の無生物的要素が主で、細菌や酵素の様な生物的要素は割合に少ないものであることを報告している。また、湖沼については、宮地⁽¹⁾は湖沼の榮養化の程度と關係あることを推論し、山本⁽²⁾は富榮養湖においては明かに灼熱減量と正相關係の關係を示し、微生物や細菌との間には關係を認めることが出来なかつたと述べている。

斯くの如く海底土による酸素消費の要因については種々の論議があるが、著者等もその要因について検討するため、先づ底質の性状と酸素消費の關係について吟味した、即ち塩釜港の9

Table 8. Analysis of Correlation Table

(1) The relation between the oxygen consumption and the time (samples of Shiogama Harbour)					(2) The relation between the consumption and the temperature (samples of Onagawa Harbour)			
Factor	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F
Regression	707.995	1	707.795	495.7	11.5	1	11.5	31.1
Residual	19.339	13	1.488		1.1	3	0.37	
Total	727.134	14			12.6	4		

地點より得た底質を試料とし、その酸素消費と底質中の有機物、硫化物、粒子組成との關係につき考察し、また泥中の細菌や酵素による影響を検討した。なお、それらの關係を示す相關分析の結果は第9表に纏めて掲げた。

まづ、酸素消費の要因の大要をうかがうために、倉茂・太田⁽⁷⁾の行つたと同じ方法を用いて試泥を處理した。

(1) 細菌並に酵素による消費の検討：—

細菌並に酵素が酸素の消費に與る程度をしらべるために、それぞれ次の如く試泥を處理した。すなわち。

- A. 採泥直後船の上で自然状態のまゝで作用させた場合……全要素による消費
- B. 採泥直後船の上で試泥にトルオールを數滴添加し良く攪拌して、細菌の活動を停止させた後作用させた場合……細菌の作用が停止し、細菌による消費量だけAより減少
- C. 沸騰水中に30分間試泥を浸漬し、細菌及び酵素の作用を停止せしめた後、冷却し實驗に供した場合……Aより細菌及び酵素の作用が減少

Table 9. Analysis of Correlation Tables (Samples of Shiogama Harbour)

(1) The relation between A* and the organic carbon content in bottom deposit (9 samples were used)					(2) The relation between A* and the organic carbon content in bottom deposit (8 samples were used)			
Factor	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F
Regression	14.9	1	14.9	1.61	62.2	1	62.2	3.47
Residual	168.0	7	24.0		107.6	6	17.9	
Total	182.9	8			169.8	7		
(3) The relation between C* and the organic carbon content in bottom deposit (9 samples were used)					(4) The relation between C* and the organic carbon content in bottom deposit (8 samples were used)			
Factor	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F
Regression	23.2	1	23.2	1.42	89.9	1	89.1	13.75
Residual	113.7	7	16.2		38.9	6	6.48	
Total	136.9	8			128.0	7		
(5) The relation between the organic carbon content and fine mud content (9 samples were used)					(6) The relation between the organic carbon content and fine mud content (8 samples were used)			
Factor	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F
Regression	1.6	1	1.6	204.8	1,049.1	1	1,049.1	17.75
Residual	2,293.8	7	327.7		354.4	6	59.1	
Total	2,295.4	8			1,403.5	7		
(7) The relation between C* and the fine mud content (9 samples were used)					* A: The oxygen consumption measured on boat soon after sampling. C: The oxygen consumption measured, after samples were soaked in the boiling water for half an hour for keeping without the actions of bacteria and enzymes.			
Factor	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F				
Regression	62.4	1	62.4	5.89				
Residual	74.5	7	10.6					
Total	136.9	8						

これより

A—B = 細菌のみによる酸素消費量

B—C = 酵素のみによる酸素消費量

C = 細菌や酵素以外（倉茂等の呼稱に倣つて無生物的要素と稱す）による酸素消費量が算出される。

その結果は第10表に掲げた様に倉茂・太田の結果と大體一致する。即ち、細菌や酵素などの生物的要素による消費は少く、それら以外の無生物的要素による消費が最も大きいことが知られる。

なお、トルオール処理を行つた場合のトルオールによる酸素消費の影響を見るために空実験を行つたが、トルオールによる消費は認められなかつた。

(2) 細菌及び酵素以外（無生物的）の要素による消費の検討：—

Table 10. Discussion on the Causes of the Oxygen Consumption (Samples in Shiogama Harbour)

St. No.	A	B	C	A-B	B-C
1	39.7	34.1	23.4	5.6	10.7
2	31.9	31.8	23.5	0.1	8.3
3	28.9	22.7	16.0	6.2	6.7
4	32.9	31.7	23.2	1.2	8.5
5	42.1	34.0	23.2	8.1	10.8
6	41.5	38.9	30.2	2.6	8.7
7	37.8	36.4	22.0	1.4	14.4
8	40.2	39.2	28.5	1.0	10.7
9	33.5	32.4	20.6	1.1	11.8

- A: Measured, on boat, soon after sampling (Consumption by all factors)
 B: Measured, after the actions of bacteria of samples were stopped by adding toluol on boat (for keeping without the action of bacteria)
 C: Measured, after samples were soaked in the boiling water for half an hour (for the purpose of keeping without the actions of bacteria and enzymes)
 A-B: Consumption by bacteria only
 B-C: Consumption by enzymes only

Fig 4. The Relation between the Oxygen Consumption and the Total Sulphide Content. (Samples in Shiogama Harbour)

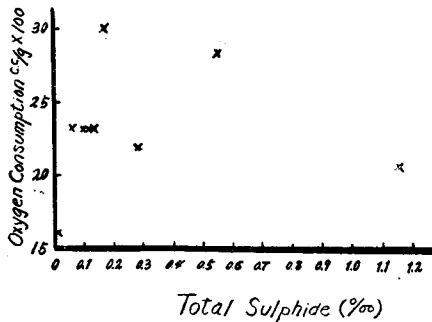
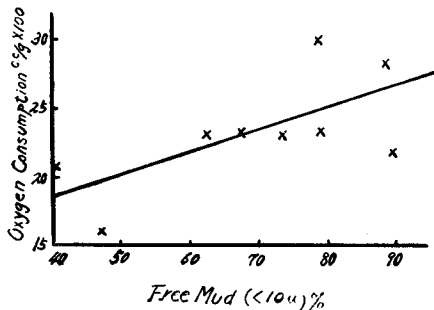


Fig 5. The Relation between the Oxygen Consumption and the Fine Mud (Samples of Shiogama Harbour)



海底土による酸素消費の主因をなす無生物的要素による消費量につき検討するため、試泥の硫化物及び有機物の含有量並にその微粒泥量との関係について考察した。

(a) 酸素消費と硫化物との関係

硫化物の定量は富山・神崎⁽¹¹⁾の方法により行つた。即ち、供試濕泥をマイクロ窒素蒸溜装置を用い、10% HCl を 2c.c. 加えて 5~8 分間蒸溜を行い、蒸溜液を 5c.c. の飽和醋酸亞鉛溶液中に捕集する。生成した硫化亞鉛に一定量の沃度液及び 10% HCl 2c.c. を加えて酸化し、殘存せる

沃度を $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準液で滴定し、その消費沃度量より硫化物量を算出し、乾泥 1kg 當りの含有量に換算した。その結果は第 4 圖に示してあるが、硫化物含量と酸素消費量との間には相関性を認めることは出来なかつた。

(b) 酸素消費と微粒泥量との関係

A. S. K. 式土壤淘汰分析装置⁽¹²⁾によつて 10 μ 以下の微細泥量を求めたが、その量と酸素消費量との間には第 5 圖の如く正の相関性を認めることが出来た。相関分析の結果は第 9 表(7)の如くで、5% 以下の危険率で直線性が有意であることが確められた [$F_0 = 5.89 > F'_7(0.05)$]。

(c) 酸素消費と有機炭素量との関係(第 6, 7, 8 圖)

試泥中の有機炭素の定量は既報と同様、Tyulin⁽¹²⁾の簡易滴定法に依り行つた。

塩釜港の試料について、有機炭素量と、採泥直後自然状態のまゝで作用させた全要素による酸素消費量との関係について、その直線性に関して相関分析を行つたが、それらの間には相関があるとは云えない結果を得た [$F_0 = 1.97 < F'_7(0.05)$]。しかし、これら塩釜港の 9 個の試料のうち、No. 9 の試料は岸壁に近い港奥の船舶が停泊する水域より得たもので、そのなかには未分解の有機質の碎片を數多混有し、其他の地點に

Fig 6. The Relation between the Oxygen Consumption and the Organic Carbon Content (Samples of Shiogama Harbour)

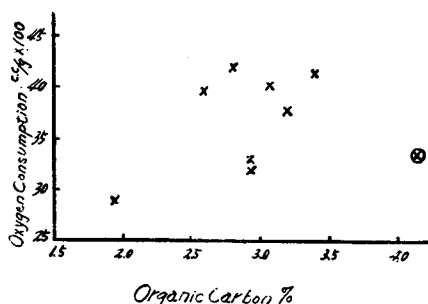


Fig 7. The Relation between the Oxygen Consumption and the Organic Carbon Content (Samples of Shiogama Harbour)

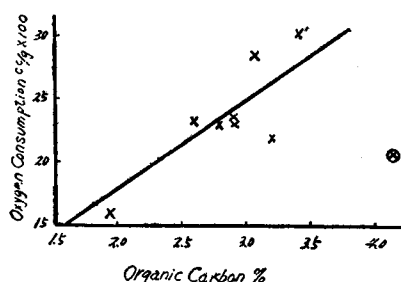
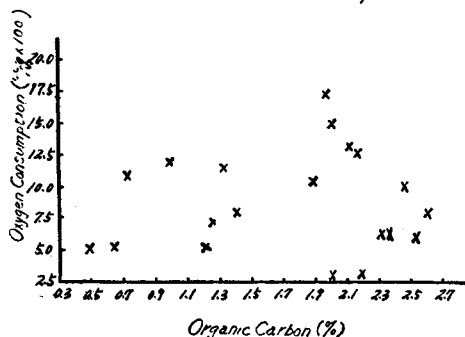


Fig 8. The Relation between the Oxygen Consumption and the Organic Carbon Content (Samples of the sea to the northwest of Hokkaido island)



明かにすることは出来なかつた。

d) 微粒泥量と有機炭素量との関係

塩釜港の試泥について A. S. K. 式淘汰器によつて定量した 10μ 以下の微粒泥の量と、有機炭素含量との関係については第 9 圖に示した通りであるが、その相関の直線性の検定を行つた結果、その有意性を認めることは出来なかつた [$F_0 = 205 < F'_7(0.05)$]。そこで、前出の特異地 No. 9 について棄却

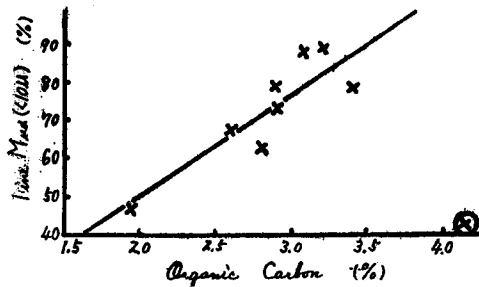
比べて明かに特異な性状を呈していた。而して、この地敷を除いた他の 8 地敷の試料について、有機炭素量との関係について、その直線性の相関分析を試みたが、やはり、その有意性を認めることが出来なかつた。従つて試料数の少數なことにもよるのであろうが、それらの間には相関性があるとは云えないのではなからうか [$F_0 = 4.24 < F'_6(0.05)$]。即ち自然状態で作用させた(全要素による)酸素消費量は、有機炭素量と関係があるとは云えず、従つて海底土による酸素消費の大部分が必ずしも有機炭素に基くものと考えられない。

この問題に關して、更に吟味するために次の様な考察を試みた。

いま、試泥を煮沸處理して作用させた無生物的要素による酸素消費量と試泥の有機炭素量との關係につき検討し、相関分析を試みた。しかしその結果からもその直線性の有意性を認めることが出来なかつた。そこで、著者等は第 7 圖に丸印を附した前出の特異地敷 (No. 9) の試料の吟味を行い、1% 以下の危険率を以て棄却されることを確め、この値を棄却した残りの 8 個の試料について、更に酸素消費量と有機炭素量との相関性に關して相関分析を行つた結果、その有意性を確めることが出来た。($F_0 = 11.95 > F'_6(0.01)$)従つて細菌及び酵素以外の無生物的要素による酸素消費は少くとも有機炭素量と相関性のある様に思われる。

しかるに一方、武蔵堆周邊の底土について、その酸素消費量と有機炭素含量との關係について検討して見たが、第 8 圖に示した如く相関性を認めることは出来なかつた。これは、この海域が淺海性及び半深海性を含む複雑な海底形態を有するため、その海底土中に含まれる有機物もその性質や形態の異つた種々の物質より成立つてゐるため、有機物量と酸素消費量との相関を求めても、不規則な結果が得られたものと思われるが、この點に關してはこれを

Fig 9. The Relation between the Fine Mud and Organic Carbon Content.
(Samples of Shiogama Harbour)

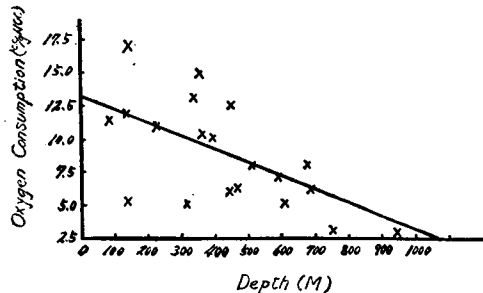


生物的要素であつて、しかも含有有機質が相當大きな役割を果している。しかし、海底土中に含まれる有機物と云つても、簡単にあらゆる形態の有機物と關係がある譯ではなく、微泥粒量と有機炭素量の相關性や棄却値の吟味などより、海底に於て相當分解をうけ、微粒化し、所謂腐植膠質と稱せられる状態になつた有機質が主要な役割をなしていると考えらるべきであろう。

(3) 深海底土の酸素消費量と水深との關係：一

武蔵堆周邊の底土について、その酸素消費量と水深との關係を吟味したが、その結果は第10圖及び第11表に示した如く、酸素消費量と水深との間には負の相關性が存在し、水深を増すと共に酸素

Fig 10. The Relation between the Oxygen Consumption and the Water Depth
(Samples of the sea to the northwest of Hokkaido Island)



検定を試みた結果、1%以下の危険率を以て棄却し得ることを確めたので〔 $F_0 = 34.05 > F'_{0.01}$ 〕、残りの8地點の試料について再び相關分析を行つた結果、1%以下の危険率を以て、試泥の微泥粒量と有機炭素量の間には正相關があることが判つた〔 $F_0 = 17.75 > F'_{0.01}$ 〕。

以上無生物的要素殊に有機質による酸素消費に關する考察を總括すると次の如く要約することが出来るであろう。即ち。

海底土による酸素消費の主因をなすものは、細菌や酵素の様な生物的要素ではなく、寧ろ化學的な無

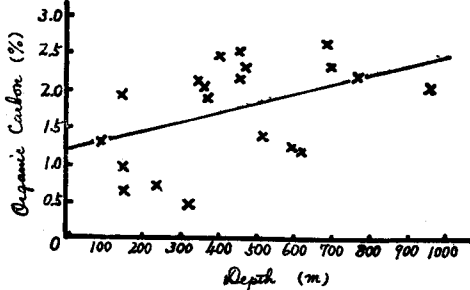
消費量が減少する傾向が認められた〔 $F_0 = 12.66 > F'_{0.01}$ 〕。

しかるに一方、水深と有機炭素量との間には第11圖に示した如く(詳細は第3報参照)、正の相關が認められ〔 $F_0 = 4.69 > F'_{0.01}$ 〕、水深と共に炭素量は増加している。而して、この様な酸素消費量と水深及び有機炭素量との關係は一見甚だ矛盾している様に見えるが、これは前項に於て酸素消費と有機炭素量との關係を論じた際にも觸れた様に、むしろ複雑な海底形態を有する亞洋性底質の特異性とも考えるべきもので、Waksman⁽¹³⁾が、淺海性堆積物と深海性堆積物とは、細菌による底質有機物の酸化分解過程が同一ではなく、深海性堆積物中の

Table 11. Analysis of Correlation Table
(Samples of the sea to the northwest of Hokkaido Island)

(1) The relation between the oxygen consumption and the depth of water.					(2) The relation between the organic carbon content and the depth of water.			
Factor	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F	Variation	Degree of Freedom	Unbiased Estimator	F
Regression	110.9	1	110.9	11.27	1.83	1	1.83	4.69
Residual	177.1	18	9.84		7.09	18	0.39	
Total	288.0	19			8.92	19		

Fig 11. The Relation between the Organic Carbon Content and the Water Depth (Samples of the sea to the northwest of Hokkaido Island)



形態や海況の如き環境要因による影響をも含め、泥中の細菌や微生物の生活活動と関連して充分の考察がなされねばならないであろう。

V. 摘 要

1. 環境要因としての海底土による海水溶存酸素の消費作用を検討するに先立ち塩釜港及び女川港の底土を試料として、実験方法、即ち供試土の量、振盪時間、実験に供するまでの放置時間、作用時間、並に作用温度などについて予備的実験を試みた。

2. 而して海底土による酸素消費の進行が一次反応式に適合することを確かめ、更にその消費量は作用温度の上昇と共に増加することを明かにした。

3. 塩釜港の試料について、酸素消費量と底質の諸性状との関係につき検討し、酸素消費の要因について考察を加えた。

(1) 海底土による酸素消費の主因をなすものは細菌や酵素の様な生物学的要素ではなくて、むしろ化学的、或は無生物学的要素であると思われる。

(2) この酸素消費の主因をなす無生物学的要素による消費作用は、この場合では硫化物含量との関連性を認めることは出来ないが、有機質殊に海底に於て相当分解過程の進行した腐植膠質の形態のものとの相関関係をもっている様に見える。

4. 武藏堆を中心とした半深海性の海底土の酸素消費量は、水深とは負相関的であり、且つ有機炭素量とも相関性が認められないなど、亞洋性海域の興味ある特異性を示している。

VI. 文 献

- (1) Miyadi D. (1934): Oxygen Absorption of the Lake Deposit. Proc. Imp. Acad., Vol 10, No. 4. pp. 236~239.
- (2) 山本 莊毅 (1942): 湖底堆積物の酸素吸収量, 地理學評論, 第 18 卷, 177~199 頁.
- (3) 元田 茂 (1939): 礁原土細泥の酸素消費力, 科學南洋, 第 1 卷, 第 3 號, 15~54 頁.
- (4) 川村 輝良 (1940): 海底沈殿物の酸素消費力に就て, 水産學雜誌, 第 47 號, 105~110 頁.
- (5) 加藤威夫・松平康男 (1940): 別府灣の底質諸性状, 海洋時報, 第 12 卷, 第 3 號, 515~524 頁.

- (6) 加藤 威夫 (1949): 大村灣の底質諸性狀, 海象と氣象, 第14卷, 33~40頁.
- (7) 倉茂英次郎・太田扶桑男 (1942): 水中溶存酸素の泥土に依る吸收に關する實驗, 日本海洋學會誌, 第1卷, 第12號, 1~14頁.
- (8) 加藤 健司 (1951): 海洋底質の化學的研究, 第3報. 北海道北西海域における海底腐植の分布について, 北大水産學部研究彙報, 第2卷, 第1號, 10~30頁.
- (9) 加藤 健司 (1951): 海洋底質の化學的研究, 第4報. 北海道北西海域における海底土の化學的組成について, 北大水産學部研究彙報, 第2卷, 第2號, 134~140頁.
- (10) 加藤健司・奥田泰造 (1950): 北海道北西海域漁場の環境要因としての海洋底質について, 北部日本海深海魚田調査報告, 第1號, 15~35頁. (小樽, 北部日本海深海魚田調査協會)
- (11) 清石禮造・富山哲夫 (1942): 濱名湖に於ける牡蠣の斃死と底土中の硫化物含量との關係, 日本海洋學會誌, 第1卷, 第12號, 75~84頁.
- (12) 大杉 繁 (1948): 一般土壤學, 朝倉書店.
- (13) Waksman. A. & Hatchkiss M. (1938): On the Oxidation of Organic Matter in Marine Sediments by Bacteria. J. Marine Research. Vol. 1. No. 2. pp. 101~118.
- (14) 海洋氣象台 (1936): 海洋觀測法.
- (15) 河田 龍夫 (1951): 統計學概論. 東京, 文耀社.
- (16) 増山元三郎 (1950): 少數例の纏め方と實驗計畫の立て方. 京東, 河出書房.

(水産科學研究所業績 第95號)