

常陸川水門の操作が附近漁場の環境に及ぼす影響について— I 常陸川におけるシジミの斃死について

津田 勉・兵田篤信・赤野誠之・鈴木紀夫・佐々木道也

1. はじめに

近年、水利用や塩害防止の観点から河口 が建設される傾向があちこちで見られるようになってきた。その際水産は漁場環境の大幅な変化、遡河性魚類の絶滅等甚大な被害が予想され、それに対する対象の樹立が早急になされる必要が叫ばれている。

本県においては、すでに霞ヶ浦・北浦の最下流部利根川の合流点近くの常陸川に昭和38年常陸川水門が建設され、現在主に塩害防止の立場から水門が操作されている。したがって水門の操作の影響を知れば、完全閉塞の時点において水産が受ける影響を推測出来るものと思われる。

このような立場に立つて霞ヶ浦・北浦の流況と漁況について、また水門操作と漁場環境について種々調査を進めているが、昭和41年8月10日に、たまたま最下流の常陸川において、シジミの大量斃死が発生し、短期間であつたが、それを調査する機会が得られた。

本報告は、その際に得られた結果について報告するものである。調査にあたり、水産試験場・常陸川漁業協同組合の協力を得た。ここに心から感謝の意を表する次第である。

2. 調査方法

調査は二つに分けて実施した。一つは常陸川のシジミ資源と斃死状況を調べるための実態調査であり、第二は常陸川水門の閉鎖が附近漁場に及ぼす影響調査である。

第二の調査においては、水門操作中の8月17日、18日に水門の上流及び下流の二ヶ所において一昼夜連続観測を実施した。

3. 調査結果

(1) きょこみ調査

シジミ斃死の発見は、8月10日であつて、始めは採捕後、沿岸に蓄養中のものの中から発見され、ついで本川中にも多量の斃死が起つていることが発見されたとのことであつた。

また斃死の原因については、漁業者の間では常陸川水門の閉鎖によるものであろうとの意見が強かつた。すなわち常陸川水門の操作は、通常大潮時を中心とする5日間であつたが、今回は7月31日～8月4日迄は順流開放であり、8月5日～10日までの6日間は完全閉塞であつたので水流が阻害され、その結果として斃死したものと推測しているようであつた。

(2) 漁場の概況とシジミの分布について

今回の調査対象の漁場は、常陸川水門より外浪逆浦に接する一本松までの1.3Km、総面積3.86Km²である。(第1図)

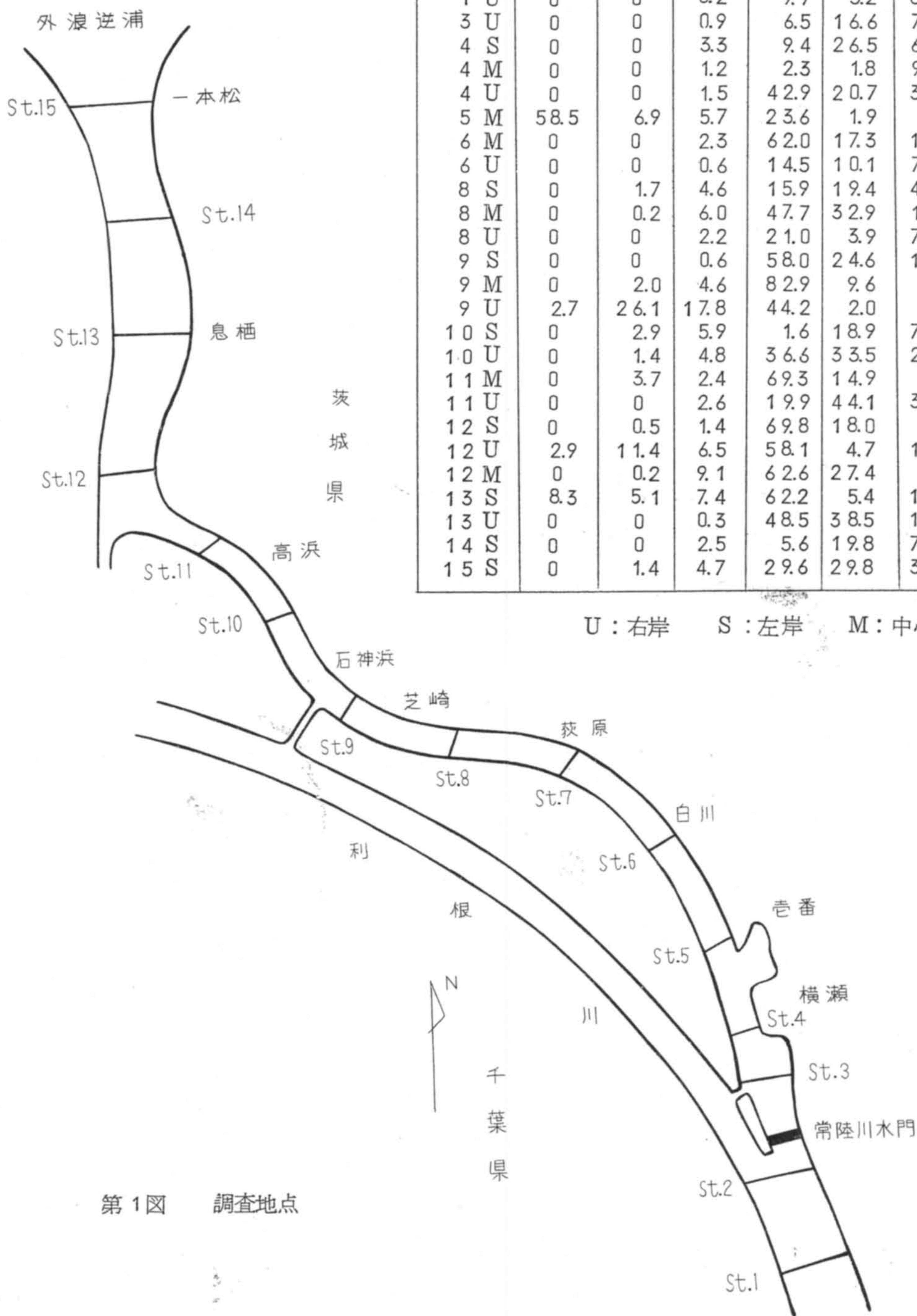
そして、これら漁場の底土は、第1表に示したように や砂の部分も認められるが、砂泥～泥が大部分を占め、比較的平坦な区域で水深は凡そ5m～6mである。

次にシジミの分布であるが、シジミは漁場全域に分布しているが、平均すると328ヶ/m²で、St. 10 (高崎)にかけて高密度に分布しており、漁場の中心と認められ、St. 5の左岸では5416ヶ/m²の多きに達している。

第1表 漁場底土の粒度組成

調査地点	> 300 ^{μm}	~100	~050	~020	~005	—
1 U	0	0	0.2	9.7	3.2	86.9
3 U	0	0	0.9	6.5	16.6	76.0
4 S	0	0	3.3	9.4	26.5	60.8
4 M	0	0	1.2	2.3	1.8	94.7
4 U	0	0	1.5	42.9	20.7	34.9
5 M	58.5	6.9	5.7	23.6	1.9	3.4
6 M	0	0	2.3	62.0	17.3	18.4
6 U	0	0	0.6	14.5	10.1	74.7
8 S	0	1.7	4.6	15.9	19.4	48.4
8 M	0	0.2	6.0	47.7	32.9	13.2
8 U	0	0	2.2	21.0	3.9	72.9
9 S	0	0	0.6	58.0	24.6	16.8
9 M	0	2.0	4.6	82.9	9.6	0.9
9 U	2.7	26.1	17.8	44.2	2.0	7.2
10 S	0	2.9	5.9	1.6	18.9	70.7
10 U	0	1.4	4.8	36.6	33.5	23.7
11 M	0	3.7	2.4	69.3	14.9	9.7
11 U	0	0	2.6	19.9	44.1	33.4
12 S	0	0.5	1.4	69.8	18.0	9.4
12 U	2.9	11.4	6.5	58.1	4.7	16.4
12 M	0	0.2	9.1	62.6	27.4	0.7
13 S	8.3	5.1	7.4	62.2	5.4	11.6
13 U	0	0	0.3	48.5	38.5	12.7
14 S	0	0	2.5	5.6	19.8	72.1
15 S	0	1.4	4.7	29.6	29.8	34.5

U : 右岸 S : 左岸 M : 中心



第1図 調査地点

(3) 推定被害量

第2表 面積

今回のシジミの斃死は、常陸川水門の下流及び外浪逆浦に接するSt.15で少ないのに対し、常陸川水門より上流では多く、St.4からSt.11にかけては著しく高い斃死率を示している。第2図はこの間の事情を示したものである。

第2表、第2図から全体の斃死率を計算すると14.6%となり、St.6の左岸では全滅の状態であり、川を中心及びSt.7の左岸も非常に高い斃死率を示している。

第3図は生存個体と斃死個体別にシジミの殻長組成を示したが、斃死は大きさに無関係に一樣に斃死しておりまた水深や底質との相関も認められない。

以上の如く大まかな調査から資源量や斃死量を推定する場合高い精度は望むべくもないが概略の計算を試みた。

すなわち、シジミ1000ヶの重量=5.65Kgであつたので総資源量は

$$3.86 \text{ Km}^2 \times 328 \times 10^6 \times \frac{5.65}{1000} = 7153.4 \text{ トン}$$

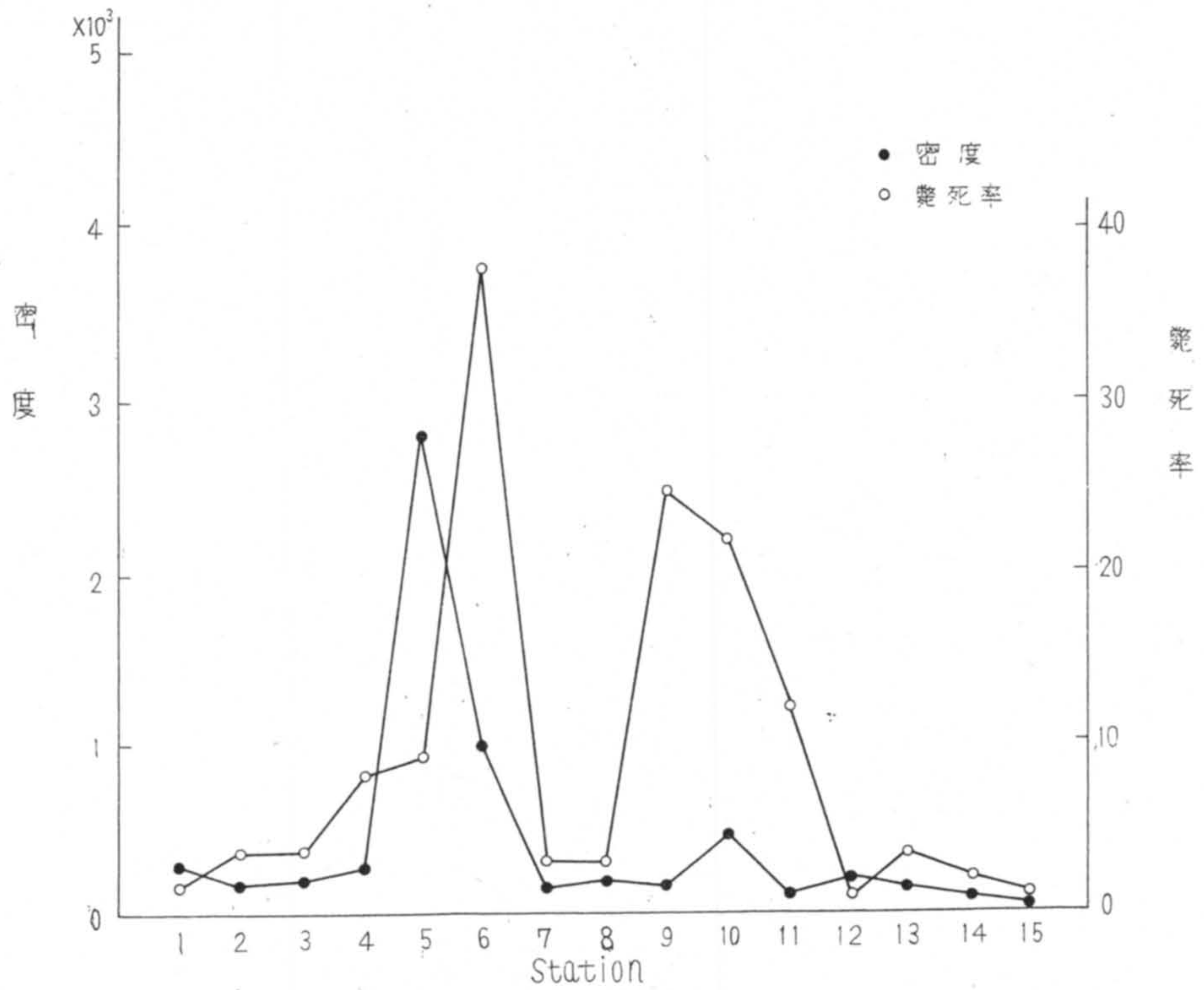
と計算される。

また斃死量は

$$7153.4 \text{ トン} \times 0.146 = 1045.1 \text{ トン}$$

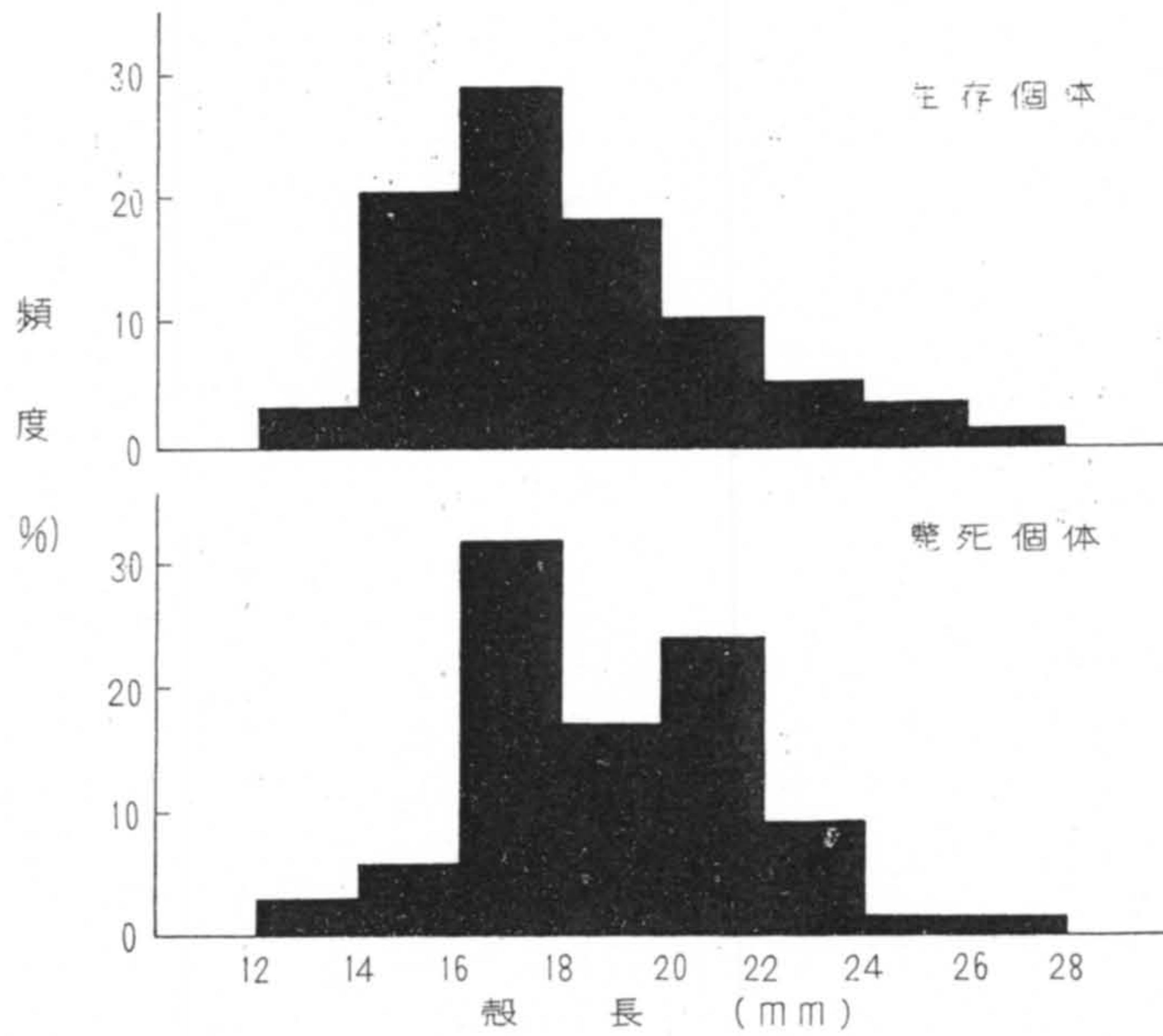
これらの結果は、いわゆる「シジミかき」で採集したものについてのみ計算されたものであ

調査地点	総個体数	生存個体数	斃死数	斃死率%	貝殻数(已に死)	水深m	
1	S	483	482	1	0.27	1	6.0
	M	69	66	3	4.35		6.5
	U	414	413	1	0.24	3	3.5
2	S	330	329	1	0.30		4.5
	M	240	220	20	8.34	14	4.5
	U	356	342	14	3.93	27	3.5
3	S	397	387	10	2.52	3	2.5
	M	349	349	0	0	0	5.5
	U	277	251	26	9.39	2	5.0
4	S	3400	3290	110	3.24	100	2.5
	M	502	450	52	10.35		4.0
	M	1304	1124	180	13.84	22	5.0
	U	705	590	115	16.30	850	3.0
5	S	16250	14820	1430	8.80	52	4.5
	M	151	142	9	5.96	0	5.0
	U	166	164	2	1.20	1	3.0
6	S	778	0	764	100.0	14	
	M	384	80	304	79.2	0	5.0
	U	942	910	32	3.40	1	4.0
	U	5700	3720	1980	34.8	80	1.0
7	S	37	6	31	86.2	1	4.0
	S	248	248	0	0	8	3.0
	M	234	233	1	0.43	2	5.0
8	S	2130	1980	150	7.03		
	S	157	156	1	0		1.5
	U	59	59	0	0		2.0
	U	156	143	13	8.33	2	2.5
9	M	320	316	4	1.25		2.0
	U	330	166	164	49.80	30	5.0
10	S	3060	2280	780	25.5	54	2.0
	M	52	50	2	4.74	240	3.5
	U	372	354	18	0	93	2.0
11	M	47	47	0	0	13	4.5
	U	408	348	60	14.7	291	1.0
12	S	460	460	0	0	42	2.0
	M	59	53	6	10.2	57	4.5
	U	591	588	3	0.6	66	2.5
13	S	723	696	27	3.73	54	1.0
	M	34	33	1	2.84	1	4.6
	U	195	179	16	8.20	13	1.2
14	S	155	152	3	1.94		1.5
	U	84	83	1	0		3.8
15	S	188	0	0	0		1.3
	M	62	61	1	1.63		5.0



第2図 密度と死亡率

るが、
 シジミ
 かき
 では第
 3図か
 らも明
 らかな
 ように
 殻長12
 mm以下
 のもの
 は採集
 できな
 い。
 そこで
 12
 mm以下
 のシジミ
 の資
 源量
 を知るた

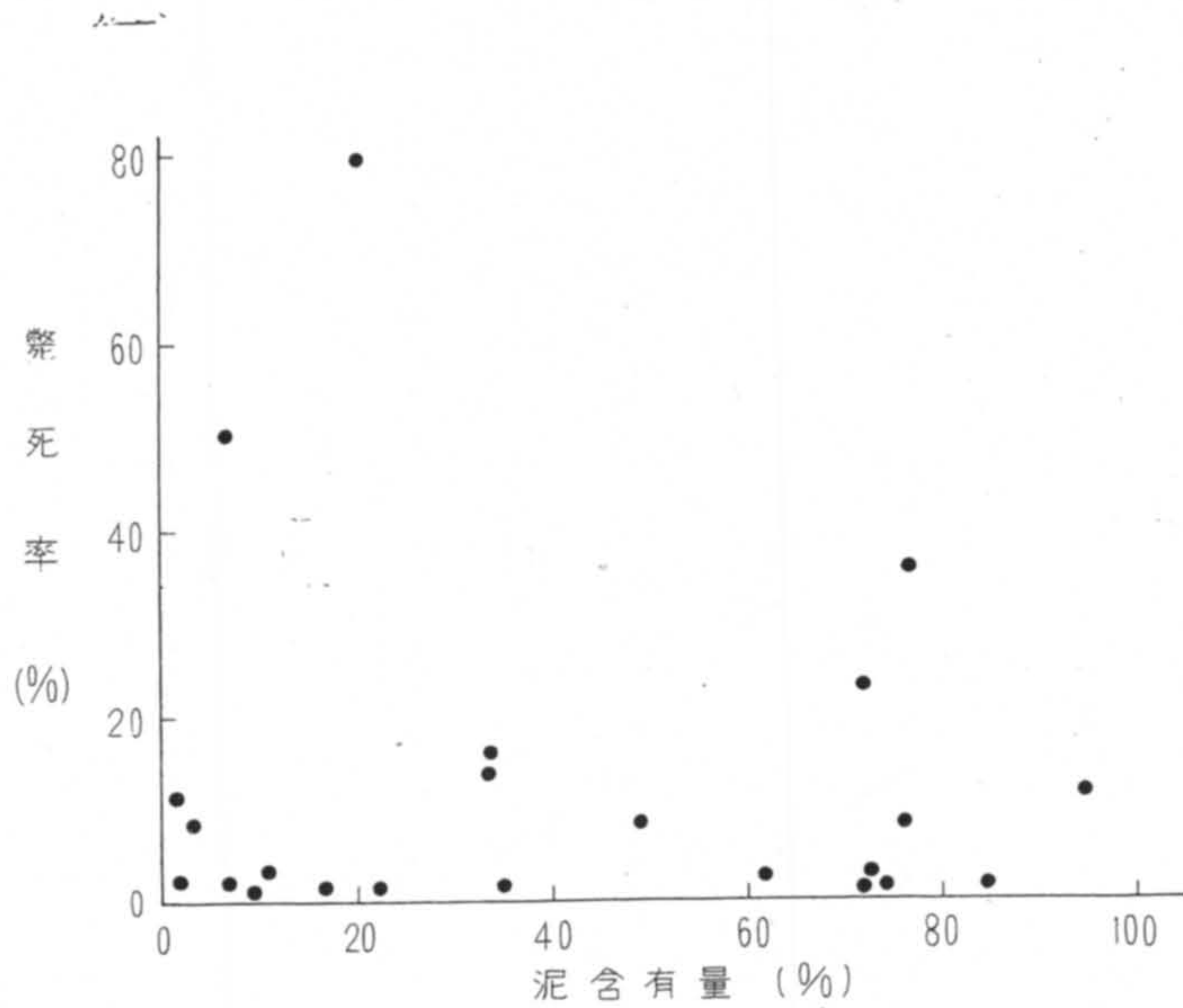


第3図 シジミの殻長組成

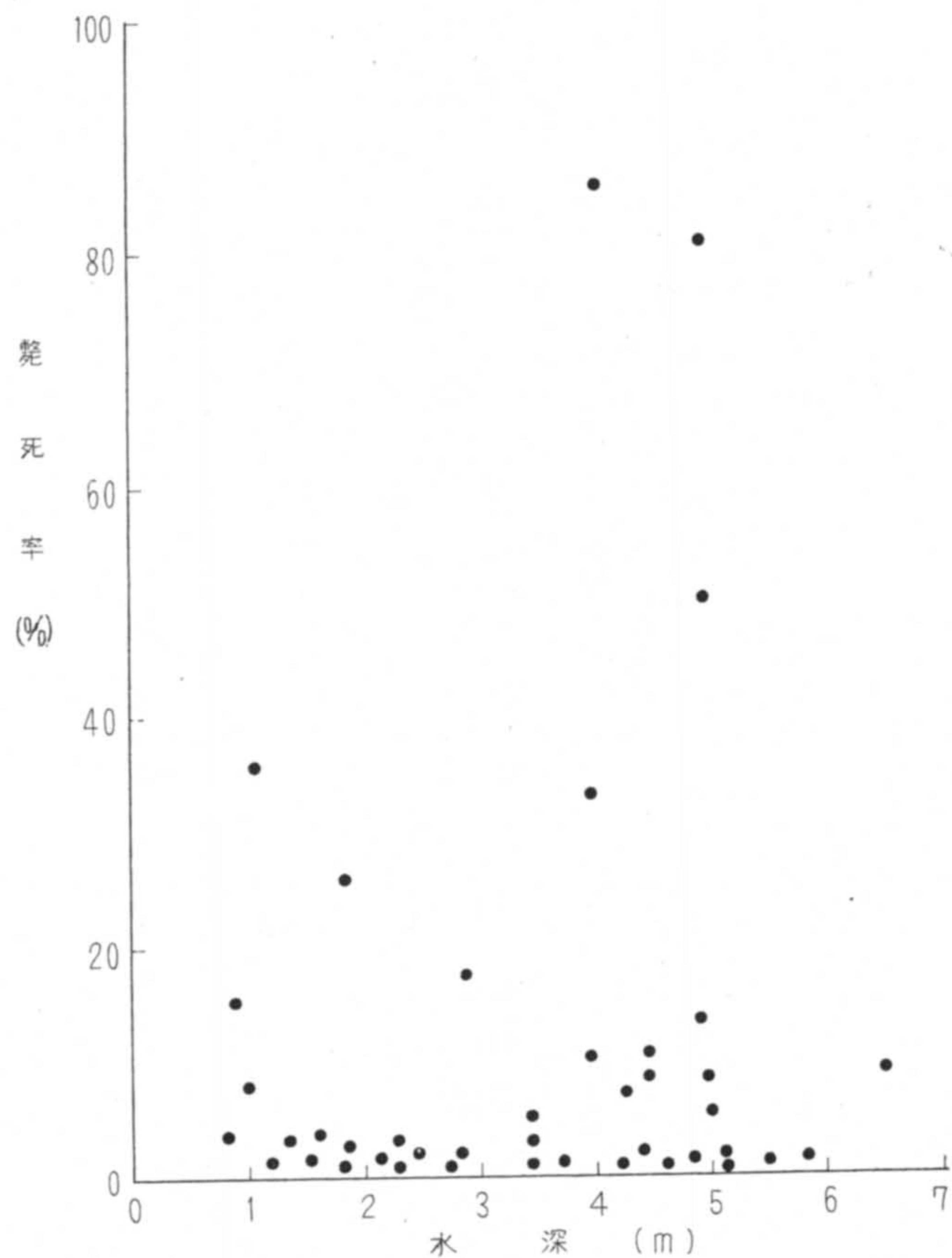
めにエックマン採泥器(15×15cm)でSt. 3~St. 10にかけて25回採集を行ない12mm以上のものとそれ以下の比率を求めると第6図が得られる。

第6図によれば12mm以下のシジミは全体の9.2%で、前述のように大小の区別なく斃死したものと考えると36ヶ×3.86Km²×10⁶×0.025Kg×0.146=50.8トンが加算され、被害量は1095トンとなる。

(4) 前述したように、シジミの斃死は常陸川水門の下流では発生しておらず上流側にのみ発生したことは多分に水門の閉鎖と関係がありそうに思われる。よしんば直接的な関係がなくとも水門閉鎖は水流を停止させることは間違いなしこれが漁場環境にどのような変化をもたらすかを明らかにすることは極めて重要なことである。

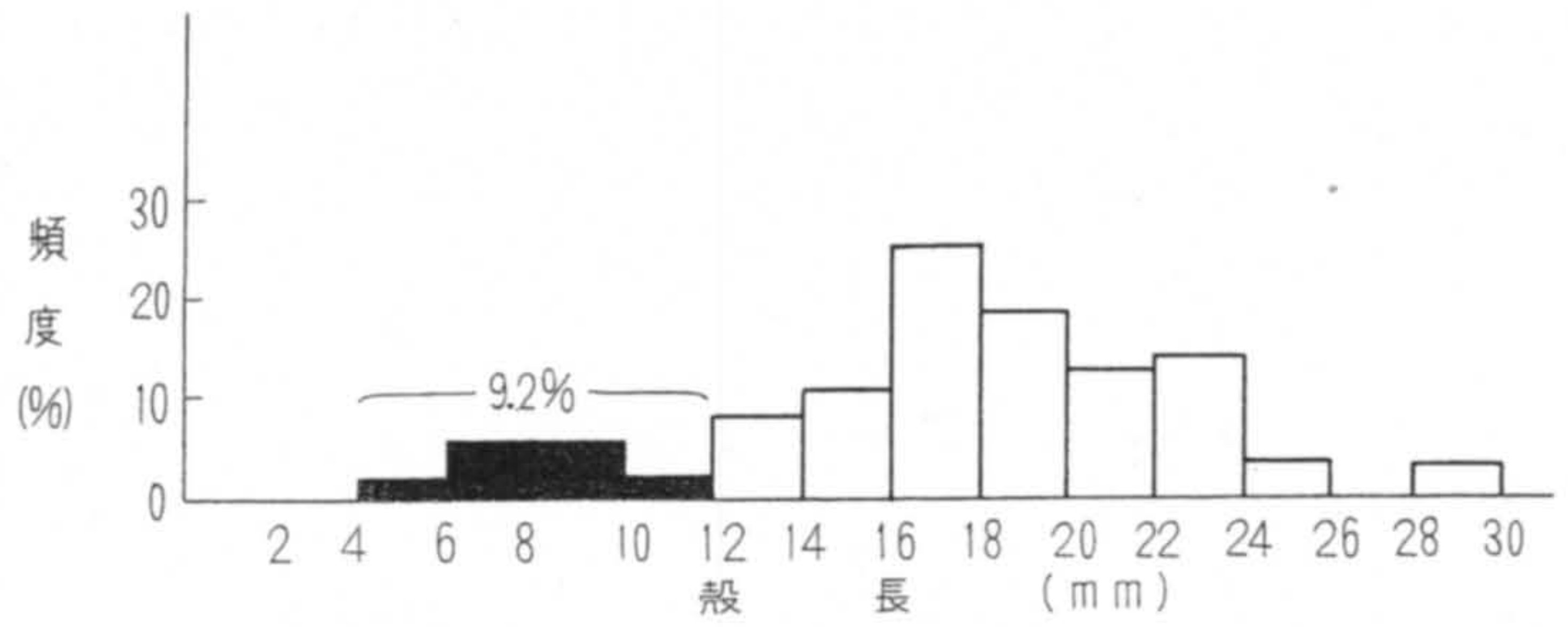


第4図 底質と斃死率

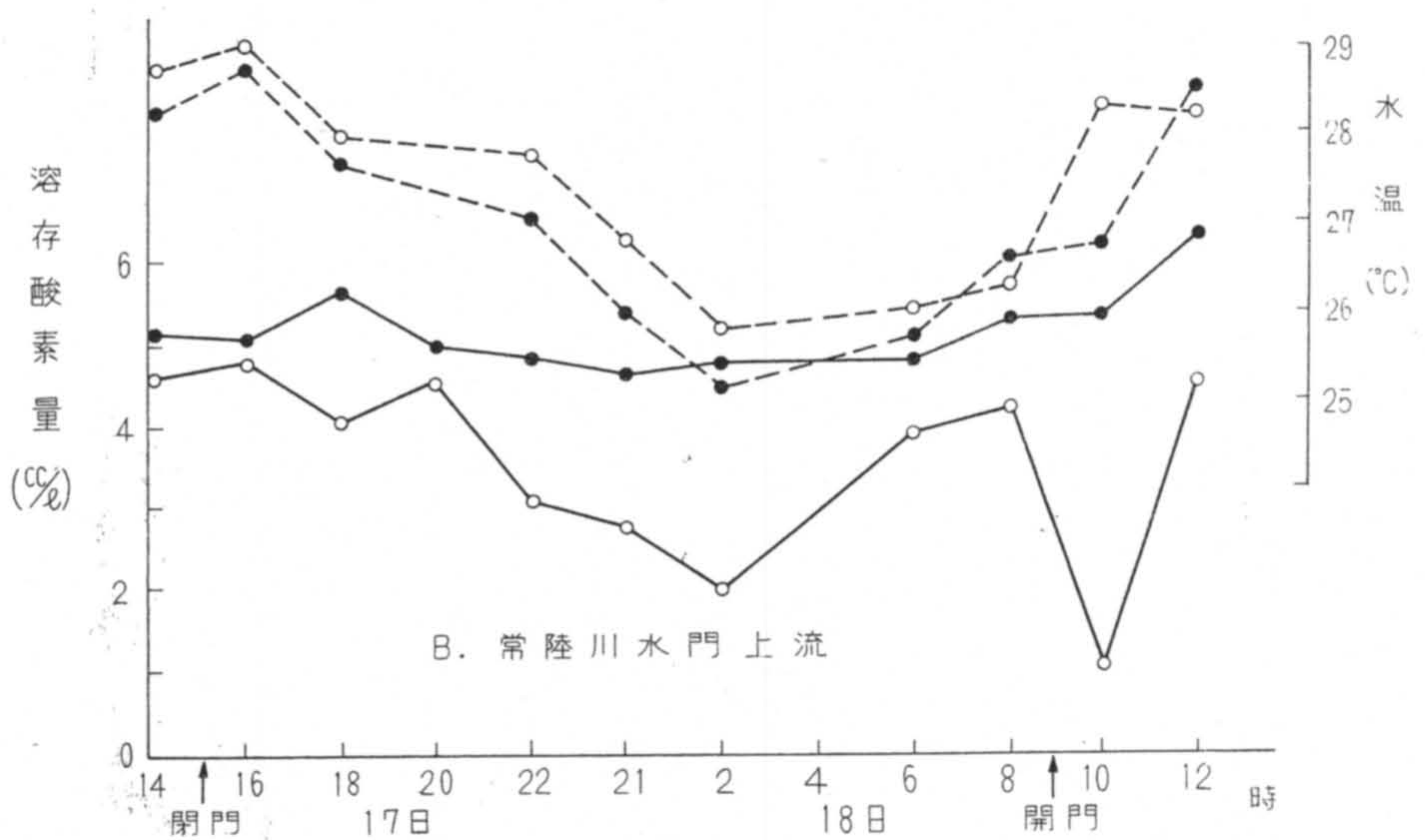
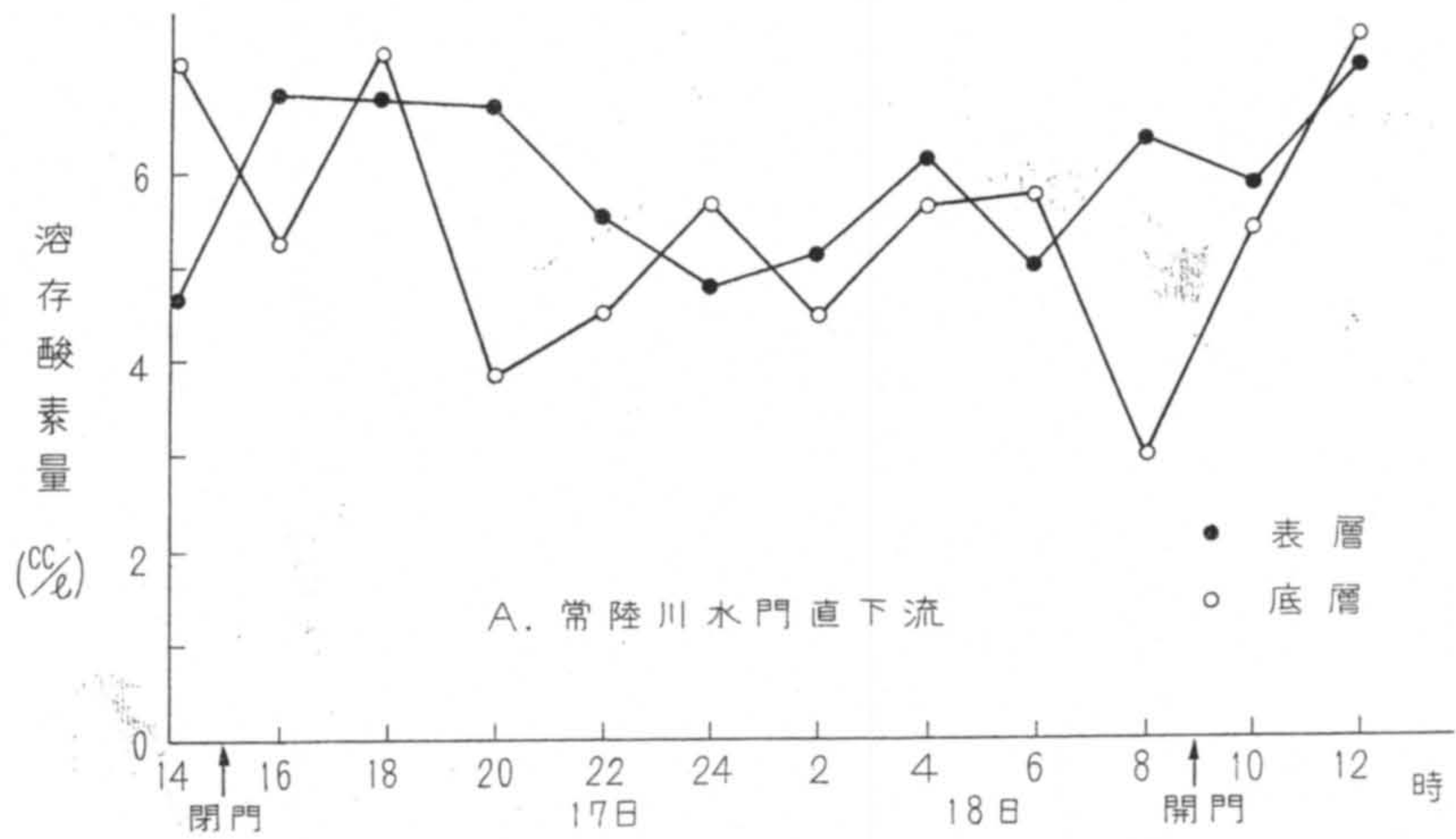


第5図 水深と斃死率

このような
観点に立つて
順流開放が行
なわれていた
8月17・18
日の両日にわ
たつて、24
時間の連続観
測を実施した。
観測地点とし
ては、水門直
下下流と水門



第6図 殻長組成



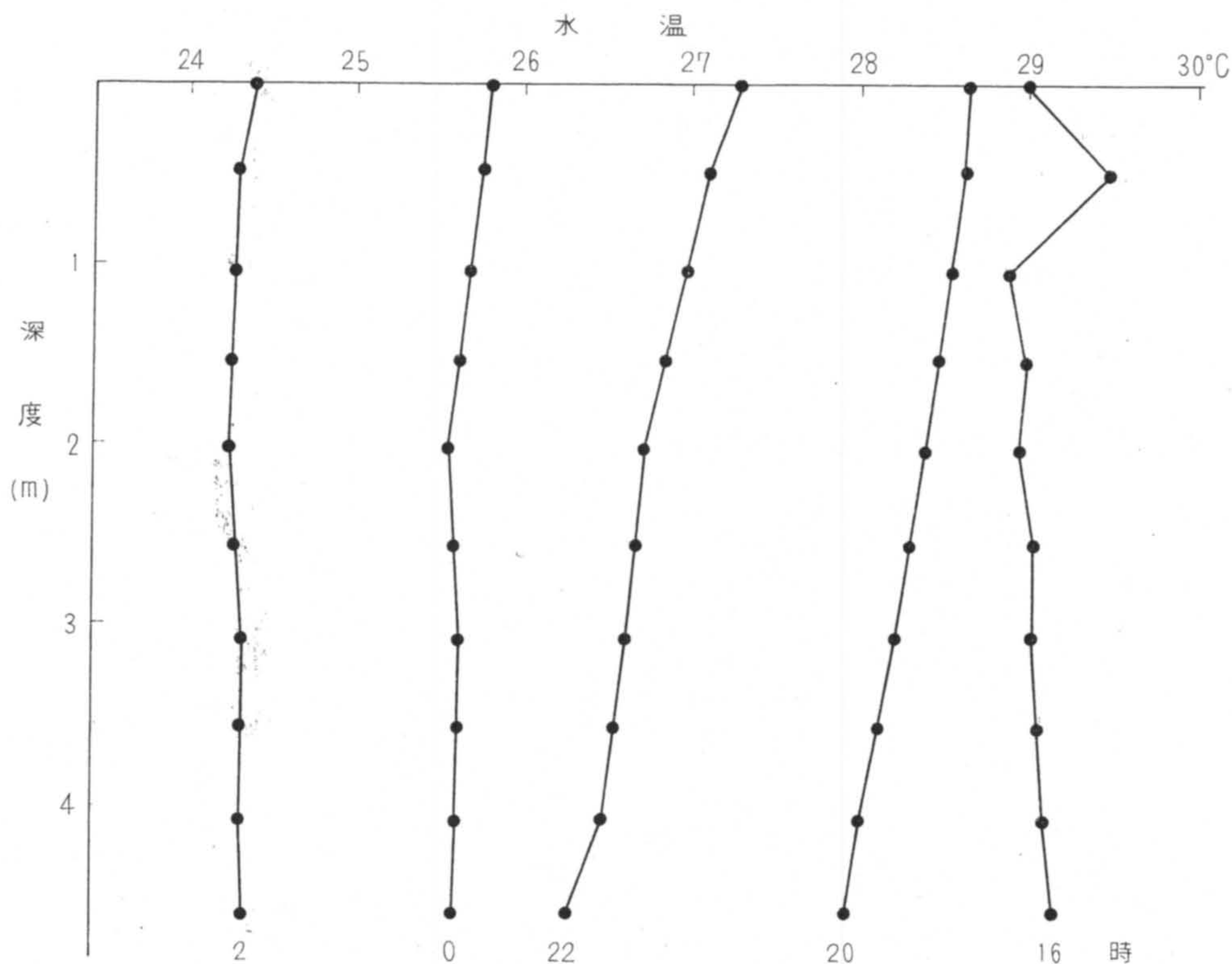
第7図 酸素水温の日週変化

より約 2 Km 上流の横瀬 — 一番地区の境界附近の二点を選定した。そしてこれらの観測点では、水温、溶存酸素を中心に、流速、電気伝導度等を測定し、その変化を追跡することにした。観測当日における水門は 17 日 14 時に閉ざされ、18 日午前 9 時 50 分に開放された。

測定結果の大要は水温酸素について第 7 図に示された。

第 7 図から明らかなように、水門直下下流では水中の溶存酸素は表面では比較的一定のリズムで変化しているにもかかわらず下層では不安定で 3 ~ 7.4 cc の範囲で変動しているが、上流地点とは異つて、極端に低い値を示すことはなかつた。これに対し、上流では水温は 25℃ ~ 29℃ の間で変動し、溶存酸素も表面では 4.7 cc ~ 6.7 cc/l の範囲で比較的安定しているのに対し、底層では閉鎖後除々に減少し、18 日午前 0 時には 2.74 cc/l、2 時には 1.94 cc/l にまで低下し水温の低下と平行している。そして 4 時から 8 時に再び増加し、上下差が少なくなるが、開放直後の 10 時には 1 cc/l 以下の極端に低い値を示し、12 時には 4.65 cc/l にまで回復している。

第 8 図は観測点の水温構成を調べるために、サーミスターの電気水温計で測定して得られた水温の垂直分布図であるが、観測当日は風力 3 程度の南々東の風があり、特に 16 時頃より強くなり気温の低下に比例する水温の低下によつて、水門閉鎖後直ちに形成されたと思われる水温の躍層が除々に解消の方向に進んでいるにも拘らず、第 7 図に見られるように上下層の溶存酸素量の差は除々に開き、午後 2 時には最高に達している。そして水温の躍層が完全に消失するのと若干のズレを持ちながら上下層の酸素差もまた少くなるようである。



第 8 図 水温の垂直分布

このことは、底層における酸素要求が大きいことを示すもので、気温の低下にともなう水温の降下率がこれよりも少ない場合には更に上下層の酸素差が生ずるものと考えられる。

また18日10時には底層の酸素量が1cc以下の値を示し、日週変化の傾向からみて、若干不可解な点もあるが、上下層の水温差が1.8℃と大きいことを見れば水の混合の不十分によつて生じた酸素差と見れば理解できよう。

以上は水の混合状態を水温の躍層を通じて考えてきたのであるが、水の密度差について測定すれば更に明らかとなると思われるが、塩分測定は省略し、電気電導度のみ測定したので、測定機器の精度の問題と、密度差がそれ程大きくなかつたためか現場比重からの解析は出来なかつた。

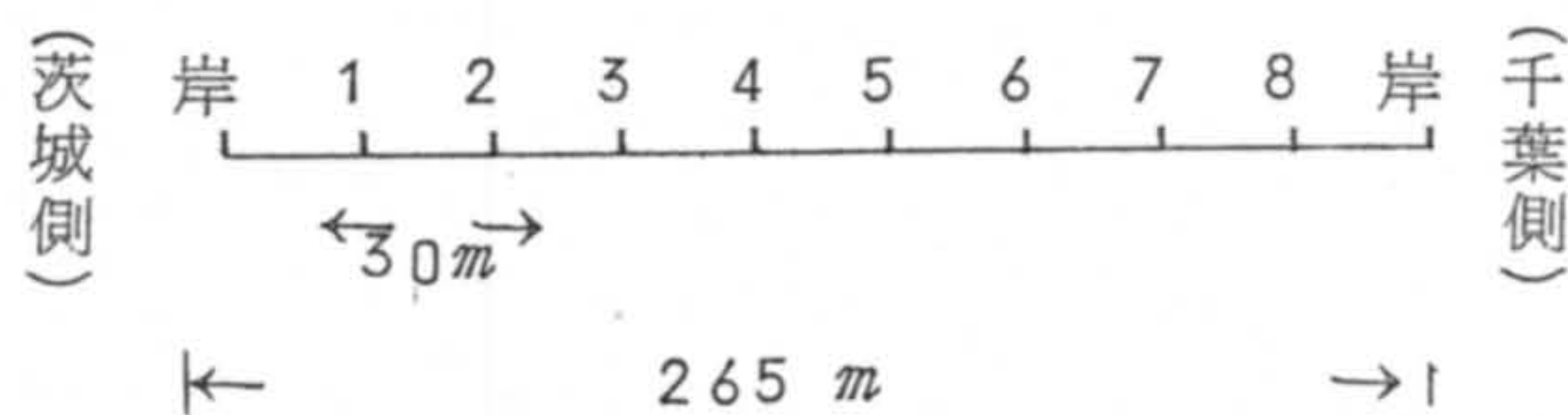
今迄述べてきたことから、この地区では、かなり強い風の状態でも上下層の酸素差が著しく、底層では1cc/l以下の値にもなることが判明した。このことは、この水域の底土(ベントス・底土有機物・プランクトン等を含む)が可成りの酸素要求をするものであることを示すものである。

第3表は水門の開放時における流速を水平・垂直的に電気微流速計で測定した値であるが底層近くでも30cm/secの流れがあるにもかかわらず、日週変化の図より求めた上下層の酸素量の差は約3cc/lもあり、酸素消費の激しいことを示している。

したがつて、水温の上昇期にしかも風の弱い時期に(6月中旬～8月上旬)常陸川水門が閉鎖された場合には、新たな水の供給は停止され、底土の高い酸素要求により、底層はしばしば酸素欠乏になることがあると思われる。そして、これは外浪逆浦より急激に深くなつていゝ常陸川の地理的条件と感潮域の高塩分水塊の底層への停滞にともなう成層の形成がこれに拍車をかけるものと思われる。

したがつてシジミの斃死は、常陸川水門の近くでは門が開放される場合には多少の水の交換があり、また外浪逆浦に近い場所では外浪逆浦が浅い関係もあつて水の交換が起るから漁場の中央部で発生する確率が高いことになる。今回の斃死状況も大体において、この考えを裏付けるものである。

第3表 流速分布



地点	流速cm/sec
St. 1	105
2	125
3	121
4	101
5	134
6	134
7	134
8	78

17日, 13:15

St. 5に於ける流速の垂直分布

水深 m	流速cm/sec
0.3	61
1.0	63
2.0	62
3.0	53
4.0	31

18日, 10:30

4. 考察

前項まで常陸川のシジミ資源、斃死状況、さらには常陸川水門の閉鎖が漁場環境に及ぼす影響について述べてきた。

こゝでは酸素収支の面から水門操作の影響について述べてみる。

まづ第1に酸素消費者について、そのものの酸素要求量を実験的に求めた。第4表はこれら

の結果を示したもので、シジミ、常陸川の底泥、水の酸素消費量を簡単に密閉方式により求めたものであるが、これら三者で 357cc/h/m^2 という高い値が得られた。

いま漁場内の全生物を考えた場合、生物が正常に生活するためには溶存酸素量は少くとも 3.0cc/l 以上に保つことが必要と思われる。

第 4 表

- 泥の酸素消費量 $143 \text{cc/M}^2 \cdot \text{h}$ 25°C
- 水の酸素消費量 $0.77 \text{cc/L} \cdot \text{day} = 32.1 \text{cc/m}^3 \cdot \text{h}$
- シジミの酸素消費量

殻長 mm	体重 g	酸素消費量 cc/h
10.26	30.1	0.191
12.40	34.0	0.198
8.59	28.2	0.158
5.63	22.6	0.105

25°C

次に空気中からの酸素の供給は

$$\frac{dc}{dt} = K \frac{S}{V} (C_s - C)$$

で与えられるが、常陸川の場合には、無視することが出来るから漁場の溶存酸素の変化は、

$$\frac{dC}{dt} = -\gamma/V$$

但し、 γ : シジミ・泥・水による酸素消費量

V : 水溶積

$$\therefore C = C_0 - \gamma/V \cdot t$$

$$C = 3.0, \quad C_0 = 5.5 \text{cc} \quad (\text{水温 } 30^\circ\text{C})$$

$$\gamma = 357 \text{cc/h} \cdot \text{m}^2$$

$$V = 5 \times 10^3 \text{l} \quad \text{とすれば}$$

$$t = 35 \text{時間}$$

もちろん日中は水による酸素消費はなく、逆に光合成によつて補給が行なわれるが、6月下旬から7月下旬の曇天続きの場合には水門の1日全閉によつて溶存酸素が 3.8cc/l 、2日で 2.1cc/l となり完全閉鎖はさけるべきであるとの結論に達する。従つて順流解放の場合には、シジミの斃死は起らないが、数日以上完全閉鎖の場合には酸素欠乏による斃死を招く危険性があり、とくに今回のように水温が 30°C にまで上昇し、無風状態のもとでは常陸川の地理的条件と感潮河川の特徴が相乗的に働き、酸素欠乏によつて、大量の斃死の起ることは充分に考えられることである。

5. むすび

本報告は 1). 常陸川のシジミ資源を 7493 トン 2). 斃死率 14.6% と推定し、3). 斃死が水門閉鎖と関係があることを明らかにした。

最後に、今回の調査は、突発的な事件に対する調査であり、しかも調査日数も限られたものであり種々調査上の不備があつた。この点については、常陸川水門の閉鎖が、水産に及ぼす影響について、水利用計画が具体化する段階で早急な結論を要請されている時期でもあり、更に調査の万全を期すつもりである。

参 考 文 献

1. 佐伯有常 1959: 酸素経済から見た流水養鰻の放養量 水産増殖 Vol. 6. No. 4
2. 佐野和生・松江吉行 1958: 養鰻池の酸素代謝機構—I 酸素代謝に基づく養魚基準とその理論、水産増殖 Vol. 6. No. 1