

汚瀆水域の底棲動物 (V) 広島湾

北森良之介・船江克美

The Benthic Community in Polluted Coastal Water

(V) Hiro Bay

Ryonosuke KITAMORI · Katumi FUNAE

Physical chemical and biological studies of the water mass and bottom mud in areas of marine pollution of Hiro Bay have been carried out by the Inland Sea Regional Fisheries Laboratory from 1951. But no extensive investigations of bottom fauna in this area, therefore I studied it and also investigated physical and chemical condition of substratum. These surveys were made on August 1957 and February 1958 in 36 stations (Fig. 1) and July 1959 in 40 stations (Fig. 2), placed emphasis upon bottom organisms, particularly the polychaetous annelids.

As a result of the survey, the area can be divided into follow on the basis of bottom conditions and distribution of bottom fauna. This method of division was submitted by J. Reish. The zones are: A very polluted bottom area in which there is no animal life.

A polluted bottom area, with *Capitella capitata japonica* kitamori predominating as I reported previous papers.

A semihealthy bottom area, with *Nebalia bipes* Fabricius and *Brachidontes senhousia* (Benson).

A healthy bottom area characterized by a large number species of bottom fauna, with *Lumbriconereis impatiens* Claparede predominatory.

広島湾の廃水調査は内海区水産研究所の新田等によって東洋パルプ工場が操業を始める前の1951年より現在にいたるまで水質、底質、生物等各種の部門について詳細な調査が行なわれて来た。底棲動物についても工場が操業を始める直前、昭和26年11月から操業後約1カ年をすぎた昭和27年12月までの間に10回の調査が行なわれたが、その調査は概略であり、また操業後の時間的経過が少なかった時で被害範囲は狭く、不明瞭であった。今回は本湾の底棲動物相を明らかにすると共に、被害範囲の時間的变化を明らかにすることを目的とした。筆者は従来汚瀆水域の底棲動物を調査する時には比較的広い範囲を対象として、正常海域の底棲群衆と汚瀆水域のそれとを比較することによって被害範囲やその特徴をのべて来た。本調査ではこのような従来の方法によって推定された被害範囲についてさらに細かい採集地点を設け、汚瀆水域の底棲群衆の特徴をより明らかなるものとするをを試みた。なお従来汚瀆水域の優占種として、多毛類 *Capitella capitata japonica* k. の存在を指摘したが、甲殻類コノハエビ *Nebalia bipes* Fabricius* も汚瀆水域での分布がかなり普遍的であろうと思われるので併せて述べる。

稿を進めるに当り終始ご懇切なご指導を頂いた内海区水産研究所長花岡資博士、新田忠雄博士に厚くお礼申し上げますと共に、資料の採集にご援助を頂いた研究所利用部と内海丸乗組員の皆様にご心からの感謝をささげる次第である。

内海区水産研究所業績 第88号

* 同定をして頂いた小牧勇蔵氏にお礼申し上げます。

調査方法 第1次調査として従来の方法と同様にして湾内全般の底棲動物相と環境条件を明らかにするため、昭和32年8月27日～29日(夏季)と同33年2月6日(冬季)の2回湾内36地点(第1図)で水深、透明度の測定と底質、底棲動物の採集を行なった。第2次調査は昭和34年7月3日～4日に40地点(第2図)で底棲動物の採集のみを行ない、第1次調査でほぼ明らかになった底棲動物の被害域でその範囲と、底棲群衆の特徴をより明らかにした。資料の採集及び処理方法等はすべて前報¹⁾と同様である。

調査結果 I 第1次調査 (1) 水深・透明度 2回の調査の平均水深と透明度は第1図の如くで広東大川は広西大川よりやや深い、st. 36は夏季調査では水路に当り水深8mであったが冬季調査では水路をはずれたため1.5mであった。透明度は新田²⁾が指摘したように冬季は夏季に比して一般に大きい、広東大川は夏、冬を通じて湾内で最も低く3m線は湾中央部まで舌状に突出しているがこれは廃水の影響によるものであろう。

(2) 底質 粒子組成、灼熱減量の平均値は第1表の如くで両河川及び河口付近に砂乃至砂泥地がある以外は大部分が泥地で、特に湾西部は微細泥の比率が高い、これは新田²⁾が述べているように西部での海水の置換不良に起因するものであろう。

粒子組成と灼熱減量の関係は第3図の如くで組成に比して灼熱減量の高い地点は夏、冬とも両河川、捨石内及び湾西岸にある。降雨期をすぎた夏季には異常底質の範囲は冬季よりも拡大すると共に、沖合地帯へ移動するこの現象は三原湾³⁾と同様である。広東大川の灼熱減量の増大は廃水による所多く、広西大川では河川の堆積物によるものであるが、湾西岸のそれはガス会社の廃水によるものか松永湾藤江地前でみられた停滞水域の特徴⁴⁾であるかは明らかでない。

(3) 底棲動物 夏季の無生物地帯は広東大川の st. 17, 19, 20, 21, 28, 29, 33, 34, 36 であり st. 16, 18, 35 でも1～3種採集されたのみで生物相は貧困である。冬季にはその範囲はややせまくなり st. 19, 20, 29, 33, 34 となり st. 28, 35 でも1種が採集されたにすぎない。なお西岸の st. 24, 25 でも生物は採集されなかった。st. 36は夏季には前述のように水路で採集し無生物であったが、冬季には浅所であったため生物相は豊富であったことから水深の大きい水路では廃水の影響がかなり上流まで及んでいると思われる。広西大川とその河口付近は周年を通じて生物相は最も豊富であり、この付近ではカキ、ノリの養殖が行なわれサリの天然繁殖場ともなっている。

Fig. 1 Sampling stations, average depths in metre (—), average transparency depths in metre (----) and cast a stone (.....) in Hiro Bay, August 1957 and February 1958.

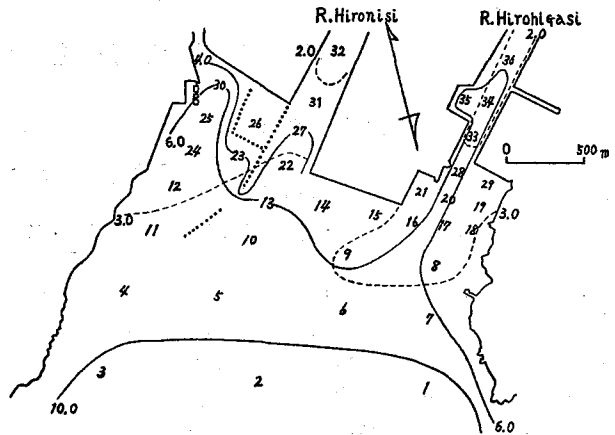


Fig. 2 Sampling stations in Hiro Bay, July 1959.

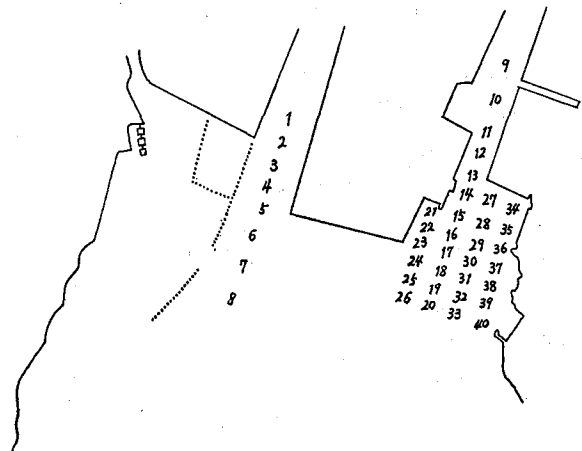


Table 1 Summary of average value of bottom mud and bottom fauna in each stations, August 1957 and February 1958

st.	Bottom Mud (%)		Bottom Fauna							
	Soil Grades <0.104mm	Ignission Loss	Number of Species	Number of Individuals	Weight in gr.	% of Individuals				
						Polyc haeta	Moll usca	Crust acca	Lumbri -zonere -is	Capitella
1	92.37	11.46	14.5	38.5	1.050	59.7	26.0	7.5	0	0
2	98.44	11.24	10.5	32.5	0.612	36.0	39.3	15.8	0	0
3	99.31	11.71	11.5	34.5	4.690	49.2	28.5	14.5	11.5	0
4	97.90	12.08	7.5	26.5	0.409	74.0	17.5	13.0	43.3	0
5	95.40	11.35	7.5	17.5	0.311	62.0	15.0	23.0	25.7	0
6	88.89	10.30	10.5	34.5	0.441	68.3	14.0	10.5	14.4	0
7	81.71	9.66	10.5	23.5	0.330	48.5	20.3	27.3	8.5	0
8	90.17	11.16	5.5	14.5	4.130	37.7	52.1	0	6.8	0
9	88.63	10.00	7.5	20.0	0.275	68.0	15.0	16.5	27.5	0
10	95.48	11.30	7.0	14.0	0.320	76.5	16.5	6.5	10.7	0
11	95.77	11.60	10.0	31.5	0.511	51.4	29.3	14.7	22.2	0
12	96.35	13.25	10.5	38.5	0.685	37.7	48.0	12.2	11.6	0
13	96.65	11.04	12.5	32.0	1.810	55.1	26.9	5.5	12.5	0
14	74.66	8.78	13.0	40.5	0.556	73.2	18.6	2.3	29.6	0
15	77.06	8.75	7.0	15.5	0.125	88.0	8.0	4.0	29.0	0
16	92.94	10.60	2.5	5.0	0.040	50.0	50.0	0	50.0	0
17	91.83	13.99	1.0	3.0	0.020	100.0	0	0	0	10.0
18	88.39	14.67	2.0	6.5	0.180	95.8	0	4.1	7.6	83.3
19	92.90	19.14	0	0	0	—	—	—	—	69.2
20	94.19	16.28	0	0	0	—	—	—	—	—
21	98.57	13.67	0	0	0	—	—	—	—	—
22	40.32	6.31	18.5	67.0	15.251	56.8	36.8	2.4	9.7	—
23	94.20	11.86	10.5	40.5	3.603	55.2	37.9	2.4	32.0	0
24	97.69	11.88	2.5	19.5	0.400	25.0	35.5	0	23.0	0
25	99.32	13.07	1.5	10.0	0.100	70.0	30.0	0	50.0	0
26	70.64	9.24	18.0	74.0	1.387	67.8	22.7	7.3	35.1	0
27	36.27	5.66	17.0	94.5	17.090	32.7	27.5	38.2	2.1	1.6
28	87.28	17.25	0.5	9.5	0.125	100.0	0	0	0	100.0
29	93.26	14.93	0	0	0	—	—	—	—	—
30	98.22	10.79	4.5	5.5	0.017	63.8	38.6	0	9.0	0
31	1.63	1.10	9.0	86.5	22.964	5.5	50.9	42.1	0	0
32	0.94	0.88	5.0	28.5	2.276	4.2	23.8	67.3	0	0
33	69.13	15.83	0	0	0	—	—	—	—	—
34	68.90	14.21	0	0	0	—	—	—	—	—
35	80.87	17.22	2.0	4.5	1.002	50.0	50.0	0	0	11.1
36	30.18	7.54	9.0	111.5	3.591	89.6	8.5	0.4	2.6	43.9

Fig. 3 The relation between soil grades and its ignition loss, August 1957 and February 1958. Suffix number shows the station.

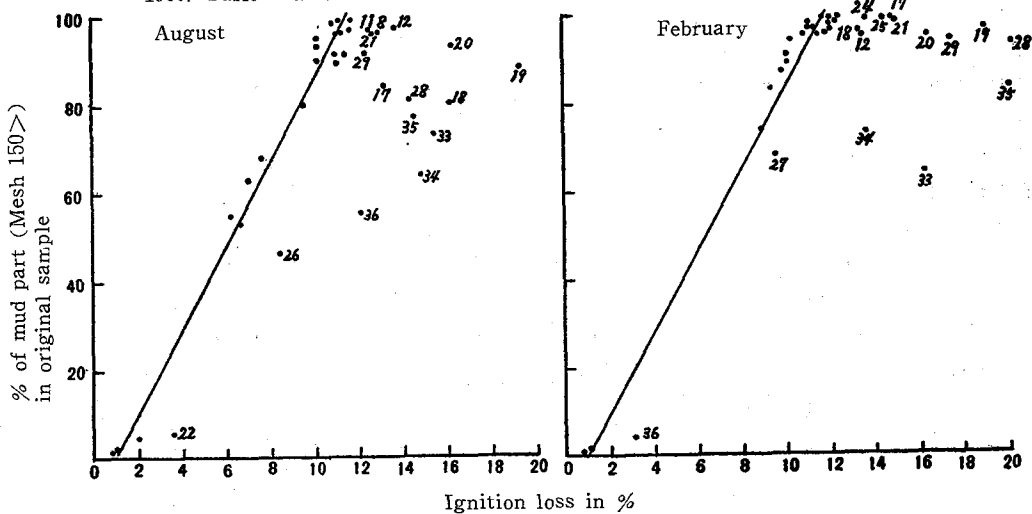


Table 2 Distribution of chief bottom fauna, August 1957 and February 1958.

Species	Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
<i>Polydora pancibranchiata</i>																		1	2				1				4									56		
<i>Capitella capitata japonica</i> k.																	1	5	9								3	18								498		
<i>Polydora kempi</i> Southern var																											4	13				1	2	1				
<i>Armandia lanceolata</i> Willy																																					1	
<i>Audouinia</i> sp.								1					1	2	1	1																						
<i>Praxillella affinis</i> (Sars)								1				1	3	4	1	1																						
<i>Chone</i> sp.		2		2	1					1																												
<i>Prionospio pinnata</i>		9		2	4		6	4	1		6	5	5	8	6																					6		
<i>Nephtys polybranchia</i> Southern		1		1			2	2		1		2	4	2	1																					3		
<i>Glycera chirori</i>						1	1		3	3		2	2	4																							1	
<i>Notophyllum</i> sp.		3	2	1	1																																	
<i>Sternaspis costata</i> Marenzeller		2	3	4							2																											
<i>Notomastus latericeus</i>		6	1	4	7	1	9	3	1	8	6	2	3	4	16	4	1																					
<i>Lumbriconereis impatiens</i> Claparede				8	23	9	10	4	2	11	3	14	10	8	24	9	5																				6	
<i>Venerupis semidecussata</i>																																						
<i>Macoma tokyoensis</i> Makiyama																																						
<i>Brachidontes senhousia</i> (Benson)																																						
<i>Pablia undulata</i>																																						
<i>Theora lubrica</i> Gould		27	35	21	9	5	16	9	2	6	4	21	33	21	15	4																						
<i>Philine</i> sp.		4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1																								

2回の調査で得られた生物の分布状況は第1表の如くである。生物を多毛, 貝, 甲殻, その他の4群に大別した個体数の編組比率をみると, 多毛類は広東大川で最も高く, 貝類は沖合水域とホトトギス群衆地となっている。st. 7, 8とアサリの繁殖する広西大川に高い。甲殻類は広西大川と湾中央部より沖合に多く, 広東大川と西岸では全く採集されなかった。多毛類45種, 貝類15種, 甲殻類17種, その他5種の生物中採集頻度の高かった主な種類の分布を示すと第2表の如くである。汚濁域の優占種 *Capitella capitata japonica* k. 及び沿岸水域に最も普通に棲息する *Lumbriconereis impatiens* Claparede の各地点での個体数百分率は第1表の如くで, 前種が廃水の影響の最も強い無生物地域の週辺で高い値を示すのに対し, 後者は影響域に近い程比率は減少する。沖合に多く分布する種類としては *Notophylum* sp., *Sternaspis costata* Marenzeller, *Philine* sp. 等がありこれらの分布は湾西部では東部に比して奥部まで及んでいる。*Lumbriconereis impatiens* Claparede が st. 1, 2 附近に棲息しないことはこの附近の水深が最も大であるのと, 新田²⁾ が指摘した如く東岸は西岸に比して安芸灘の影響が強いことを示す, しかも前述のように沖合性の種類は東岸に比して西岸で奥部まで及んでいることは汚水の影響によるものと思はれる。

II 第2次調査 底棲動物を篩別する時簡に残った物をみると, 広東大川の st. 11~17, 21には st. 11 附近に開口する廃水口から排出されるドラムバーカー廃液中に含まれる原料用材の皮が多く堆積し, 特に st. 11, 12, 13には著しい, st. 27, 28, 29, 34, 35, 36には st. 27, 34 附近に開口する廃水口より排出される廃液中に含まれるパルプ残渣が多く堆積し, 特に st. 27, 34, 35には多かつた。広西大川口の st. 3, 4, 5には陸岸よりの運搬物が多く堆積し特に st. 3には多かつた。

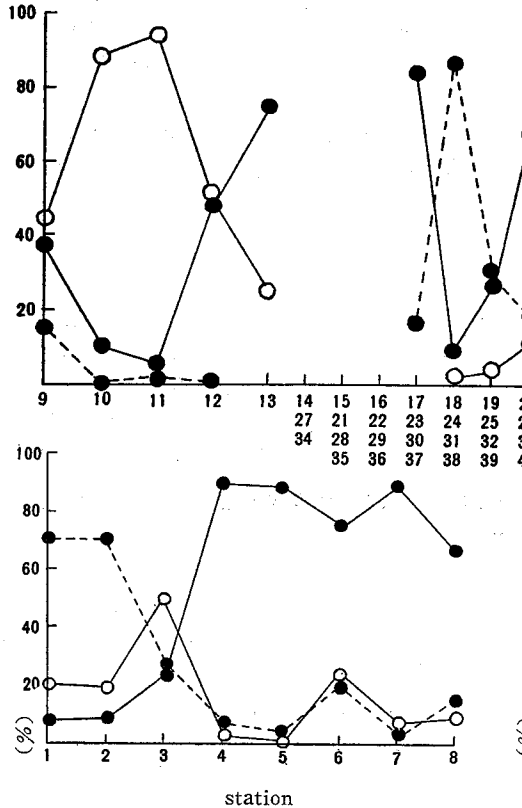
各地点で採集された生物の種類数と個体数は第3表の如くで, 多毛類30種, 380個体, 貝類12種, 297個体, 甲殻類8種, 620個体, その他6種, 22個体であり, 個体数では甲殻類が最も多く従来汚濁水域では甲殻類が減少するのが一般現象であったのと著しい差違を示すが, *Nebalia bipes* Fabricius が448個体を占めるのが原因となっている。st. 14, 15, 16, 21, 22, 27, 28, 29, 34, 35, 36, 37, 38では生物は採集されなかった。

広西大川の st. 1~8 と広東大川の基盤目状に置かれた採集地点の各横列の地点での採集生物を合計して (st. 14~34, st. 21~35, st. 22~36, …… , st. 26~40), st. 9~20までの両河川にそつた生物の分布を検討した。両水域の底質の粒子組成は第1次調査の結果から見ると, 両地域とも砂地から泥地へ推移しているがその変化の範囲と程度は広西大川が大きい。先づ多毛, 貝, 甲殻類の個体数百分率をみると第4図の如くで広西大川では貝類群衆から多毛類群衆へ比較的単調に推移しているのに対し, 広東大川ではその推移が複雑でしかも従来汚濁水域でみられた甲殻類の減少とは反対に上流域では甲殻類が最も優位をしめる。次に主要な種類について分布

Table 3 Distribution of bottom fauna in each stations, July 1959

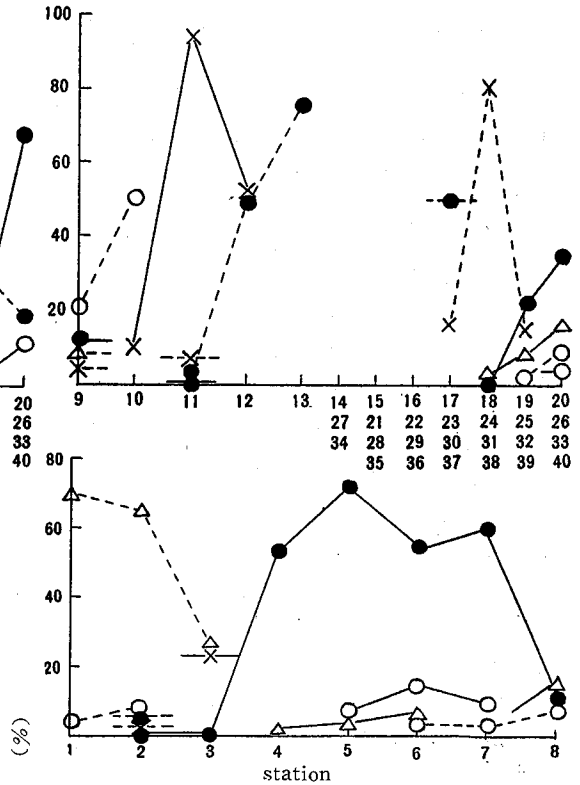
Station	Number of Species	Number of Individuals	Station	Number of Species	Number of Individuals
1	6	60	21	0	0
2	14	124	22	0	0
3	4	4	23	2	2
4	12	44	24	8	13
5	8	25	25	7	26
6	10	40	26	10	32
7	13	51	27	0	0
8	9	21	28	0	0
9	19	146	29	0	0
10	5	10	30	1	2
11	14	471	31	1	5
12	2	2	32	5	6
13	2	4	33	12	25
14	0	0	34	0	0
15	0	0	35	0	0
16	0	0	36	0	0
17	2	2	37	0	0
18	4	71	38	0	0
19	1	1	39	3	14
20	11	48	40	10	19

Fig. 4 Longitudinal distribution of the bottom fauna between st. 1~8 and st. 9~20, July 1959, showing the percentage of each species number to the total number in individual, in each stations.



—●— Polychaeta
 -●- Mollusca
 —○— Crustacea
 -○- Amphipoda

Fig. 5 Longitudinal distribution of the bottom fauna between st. 1~8 and st. 9~20, July 1959, showing the percentage of each species number to the total number in individual, in each stations.



—●— *Lumbriconereis impatiens* Claparede
 -●- *Capitella capitata japonica* k.
 —○— *Sternaspis costata* Marenzeller
 -○- *Amphipoda*
 —x— *Nebalia bipes* Fabricius
 -x- *Brachidontes senshousia* (Benson)
 —△— *Theora lubrica* Gould
 -△- *Venerupis semidecussata*

を示したのが第5図である。広西大川では st. 3 (陸岸より運搬された腐植物の堆積が多く4種、4個体が採集されたのみ) を境として上流には *Venerupis* 群衆, 下流には *Lumbriconereis* 群衆があり沖合地点になると *Theora lubrica* Gould, *Sternaspis costata* Marenzeller が棲息する。広東大川では無生物域の上, 下流には従来汚濁域で見られたと同様に *Capitella* 群衆が存在するが, その上流には *Nebalia* 群衆, 下流には *Brachidontes* 群衆がみられる。広西大川でみられた *Lumbriconereis impatiens* Claparede, *Theora lubrica* Gould, *Sternaspis costata* Marenzeller 等は st. 18で出現し始めるが未だ少数であり, st. 19で両水域に大きな差が見られない分布量となる。なお基盤目状の調査地点の縦の方向で廃水の影響をみると, 工場側の st. 34~40で被害は最も沖合まで及び st. 27~33, st. 14~20と次第に減じ st. 21~26で最も狭い範囲となる。

⁶⁾ *Brachidontes senshousia*(Benson) は宮地⁶⁾ が強内湾度の指標種として居るが, 瀬戸内海での本種の分布は広く筆者の採集でも可成り沖合に及ぶことがあり, 漁業者の間でも本種の群衆地が時に底層魚類の好漁場

となると言はれ汚瀆との間に特別の関係を認めることは困難と思はれる。

Nebalia bipes Fabricius は筆者が草津（広島県）、大阪湾安治川々口、同本津川々口、高松港等の汚水域乃至有機物の堆積の多い地点で採集したが、何れの場合もその採集個体が少く汚瀆との関係を特別に論ずることは出来なかつた。藤田⁷⁾は岳南廃水路で多数の本種を採集し（昭和33年6月）、新田等⁸⁾も同地で廃水路を中心として海岸沿いに約3kgの範囲内で全生物中の86~100%の編組比率を占める本種を採集した（昭和33年7月）。筆者が岩国で行なつた調査⁹⁾では3、9月には極めて少数しか採集されなかつたが7月には優占種として汚瀆域に出現することをみた、本湾でも第1次調査には全く採集されなかつたが2次調査で前述の如き結果を得たことは本種が6~7月に採泥器で多数採集される如き何等かの生態の特徴を有すると考えられる。又本種の分布をみると瀬戸内海中央部では6~7月に採集を行なつたこともあるにかかはらず殆ど採集されていない、瀬戸内海での採集地点が比較的紀伊、豊後両水道に近い地点であること、岳南地方で最も分布密度が高いなどの点より外洋性の種であるとも思はれるが、その分布範囲は広く¹²⁾今後の調査によっては汚水域の指標種として有効な種類となる可能性がある。

考察 新田等⁸⁾の調査では操業開始後約半年の昭和27年9月でも *Brachidontes senousia* (Benson), *Sternaspis costata* Marenzeller などは可成り奥部まで棲息し、7月以後に廃水口直前の地点で無生物域が出現し始めた。第1次調査では水温、降雨量等の関係で冬季の被害範囲はやや狭くなるが、夏季には st. 16, 17, 18 では顕著な影響がみられ st. 8 でも僅かではあるが影響がみられた。荒川¹⁰⁾による底泥中の全硫化物量 (mg/g) と対比すると 2.0 以上の地点では無生物となる場合が多く、底棲生物への影響は顕著であるが 1.0 以下の時には両者の関係は明らかでない、そして底泥中の全硫化物量或いは C. O. D. (mg/g) が異常に多い地点と底棲動物の被害域とはほぼ同じ範囲にあると思はれる。第2次調査で明らかにされた底棲動物への影響範囲は st. 24, 18, 31, 38 までは顕著であり、st. 25, 19, 32, 39 の線でも僅かではあるが認めることが出来る。st. 26~40 では殆ど正常に回復していて第1次調査の夏季影響範囲と殆ど同じであつたが、8、9月の盛夏になるとその範囲はやや広がることが予想される。昭和27年9月より昭和32年8月の間に沖合に向つて約400~500mの底棲動物への影響範囲を拡大したが、昭和32年8月から昭和34年7月の間には大きな差違は見られなかつた、前述の如くに底層水温の最高となる8、9月にはその範囲がやや拡大することも予想されるが、廃水口前に廃液中のバルブ残渣等の拡散を防止する浮標が新設されたことも或る程度被害の増大を防ぐ要因となつていとも考えられる。

本調査で汚瀆と底棲動物群衆との関係は次のように要約されるであらう。¹¹⁾

- (1) 重汚瀆域—無生物
- (2) 汚瀆域—*Capitella capitata japonica* kitamori 群衆
- (3) 半汚瀆域—*Nebalia bipes* Fabricius 群衆と *Brachidontes senhousia* (Benson) 群衆
- (4) 正常域—*Lumbriconereis impatiens* Claparede 群衆

なお沖合地点では *Sternaspis costata* Marenzeller, *Notophylum* sp., *Theora lubrica* Gould, *Philine* sp. 等が多く、汚瀆のみられない広西大川には *Venerupis semidecussata* 群衆がみられた。

引用文献

- 1) 北森・小林：汚瀆水域の底棲生物（I）福山入江，内水研報，11，1—6，(1958)
- 2) 新田・荒川・杉本・藤谷：バルブ工場廃水の研究，内水研報，3，46—57，(1953)
- 3) 北森・小林・永田：汚瀆水域の底棲生物（II）三原湾，内水研報，12，201—214，(1959)
- 4) 北森良之介：松永湾底棲動物夏季相，日本水産学会中・四国支部大会講演，(1953)
- 5) 同上：汚瀆と *Capitella* 属（多毛類）の関係，内水研報，13，(1960)
- 6) 宮地・増井・波部：内湾度と内湾の生物群衆型について，生理生態研究業績，3，1—21，(1944)
- 7) 藤田惣吉：静岡県岳南地方の紙バルブ工場廃水による駿河湾底質の汚瀆について，水産増殖，6，3，63—65，(1959)
- 8) 新田忠雄他：未発表

- 9) 北森・船江：岩国沿岸の底棲動物相. 水産増殖, 3, 43~47(1960)
- 10) 荒川・手賀：底質の悪化による海水への二次的汚染, 内水研報, 11, 69—73, (1958)
- 11) D. J. Reish : The Relation of Polychaetous Annelids to Harbor Pollution, Pub. Health Rep., 70, 12, 1168—1174, (1955)
- 12) 動物図鑑 北隆館