

二枚貝心臓の生理 特に CO₂ の影響について

林 公 義* 小 黒 信 夫**

Physiological Study of the Bivalve Heart, Especially the Influence of Carbon-dioxide Gas

Masayoshi HAYASHI and Nobuo OGURO
(With 12 Text-figures and 8 Tables)

はじめに

近年、千葉県木更津海岸、熊本県有明海および不知火海岸のハマグリが夏季大量に斃死するという原因不明の事件が起り、古くから浅海養殖が盛んに行なわれてきたこれらの地域の水産業者の間で大問題となっている。従来、浅海性二枚貝の病理学的研究、生理学的研究は少なく、水産養殖上比較的重要なアコヤガイやカキをのぞいてはその生態に関する基礎研究もほとんどない。まして斃死原因の究明は全く白紙の状態から出発を余儀なくされた次第である。よってハマグリ斃死原因究明を目的として研究が開始され、いかなる条件下においてこの現象が起るか、種々の外的影響が調査され、報告***された。これらの報告から海水中の炭酸ガスと貝の腐敗液とが明確に影響を与えるものとして取上げられている。本研究はこれに関連してアサリ、ウチムラサキ、ムラサキイガイ、アカガイ等の浅海性二枚貝の調査を行ない、炭酸ガスの影響およびその濃度を究明し、いくつかの推論を試みた。この研究が二枚貝の大量斃死原因を解明する一指針となれば幸いである。

この実験は昭和 42 年 11 月より昭和 44 年 1 月まで日本大学農獣医学部水産学科横須賀臨海実験所で行なった。この研究を行なうにあたり、常に温かい御指導と共に励まし下さった日本大学農獣医学部水産学科の川本信之教授また実験に際し御配慮いただいた同、出口吉昭教授に深謝する。実験材料においては多大の御支援をいただいた三重県国立真珠研究所の皆様、三重県佐藤無菌カキ養殖場の佐藤忠勇氏および千葉県内湾水産試験場技師の兼子昭夫氏に厚く御礼申上げる。

研究材料および方法

本研究に使用した浅海性二枚貝は寄贈、市販のものも利用したが、神奈川県横須賀市馬堀海岸、松崎沖からも多数入手した。

No.	供 試 貝
1	ハマグリ <i>Meretrix meretrix lusoria</i> (RODING)
2	アサリ <i>Tapes (Amygdala) japonica</i> (DESHAYES)
3	ウチムラサキ <i>Saxidomus purpuratus</i> (SOWERBY)
4	オニアサリ <i>Protothaca jedoensis</i> (LISCHKE)

* 横須賀市博物館 Yokosuka City Museum

** 日本大学農獣医学部水産学科 Department of Fisheries, College of Agriculture and Veterinary Medicine, Nihon University.

*** 川本信之 1967. 熊本県水産試験場研究報告 1966~1967, Part 3, p. 1~82.
原稿受理 1970 年 1 月 20 日 横須賀市博物館業績第 200 号

- | | | |
|----|---------|--|
| 5 | アカガイ | <i>Anadara (Scapharca) broughtonii</i> (SCHRECK) |
| 6 | マシジミ | <i>Corbicula (Corbiculina) leana</i> PRIMA |
| 7 | アズマニシキ | <i>Chlamys farreri nipponensis</i> KURODA |
| 8 | ムラサキイガイ | <i>Mytilus edulis</i> LINNE |
| 9 | アコヤガイ | <i>Pteria (Austropteria) loveni</i> (DUNKER) |
| 10 | マガキ | <i>Ostrea (Crassostrea) gigas</i> THUNBERG |

実験に使用した二枚貝は健康なものを選択し、実験を行なう数日前より適水温 (16~27°C) にて海水飼育したものである。

研究方法は外的条件で生理作用を調べ、特にそれらの心臓搏動により影響が明確に観察できた。これは貝の生死を確実に表現し得、かつ簡単な方法であった。貝の摘出心臓は懸垂法を用いて Fig. 1 に示すカイモグラフに固定した。炭酸ガスの発生はキップの装置を利用し、送入された海水中*の炭酸ガス量の測定は微量拡散分析法を用いた。さらに本実験における水温は常に 30°C で行なった。夏季干潮時には水温の急上昇がみられるが普通状態の海水では 30°C が最高に近い温度であり、これはまた養殖二枚貝の大量斃死時期の水温に相当する。

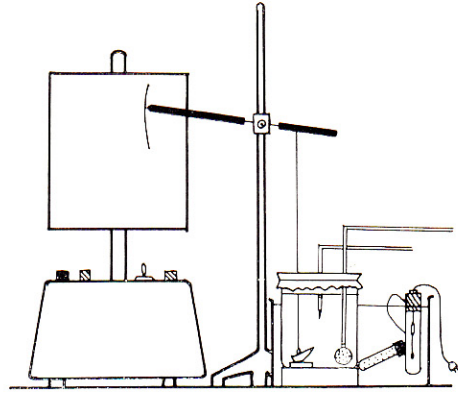
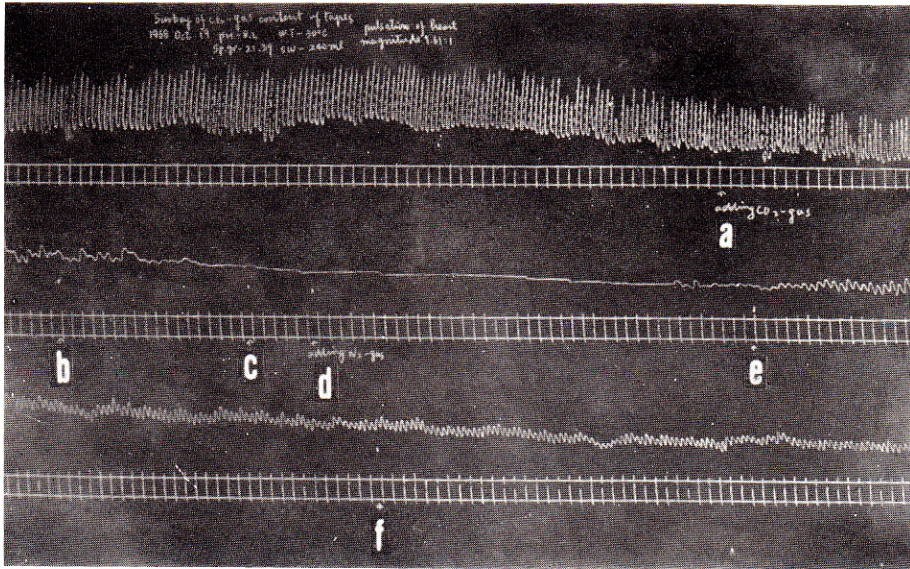


Fig. 1. Experimental apparatus

CO₂, N₂ と心臓搏動



数分間、安定した心臓搏動を描かせたのち炭酸ガスを海水に送入する (a) とまもなく搏動は不調になり、つづいて微弱に移行し (b)、ついに停止 (c) する。炭酸ガスを窒素ガスに置換 (d) する

* 実験に使用した海水は天然海水で水温 17.5°C の際に比重 22.43, pH 8.2 である。

と再度搏動が描かれ始め (e), 数分後には復活する (f)。

- (a) 第1回炭酸ガス量測定, 炭酸ガス送入
- (b) 第2回炭酸ガス量測定
- (c) 第3回炭酸ガス量測定
- (d) 炭酸ガスを窒素ガスに置換
- (e) 第4回炭酸ガス量測定
- (f) 第5回炭酸ガス量測定

実験結果

1. 水温変化と二枚貝の呼吸*

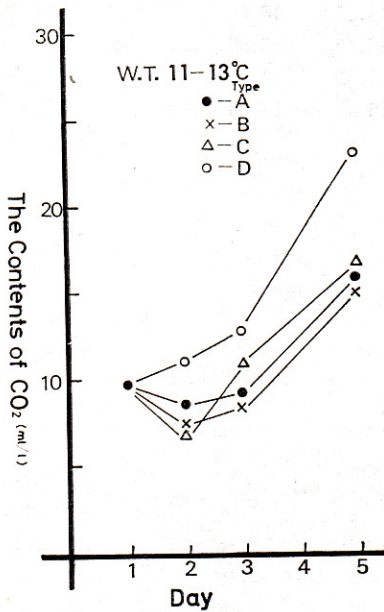


Fig. 2. Change of CO₂ contents with time.

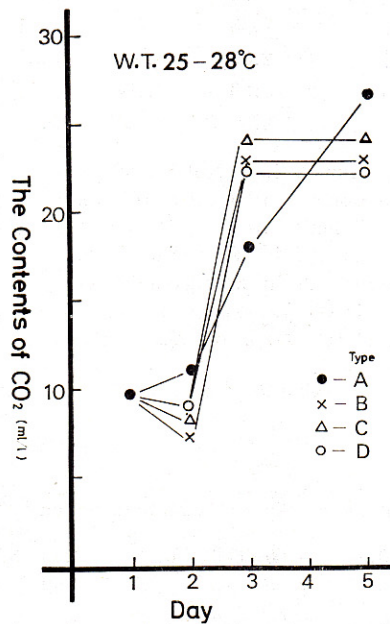


Fig. 3. Change of CO₂ contents with time.

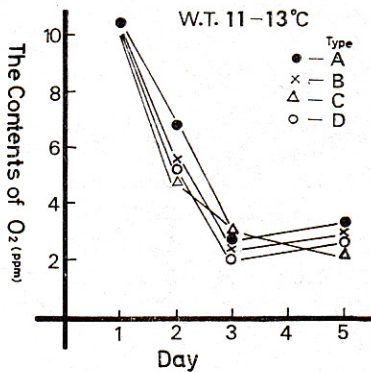


Fig. 4. Change of O₂ contents with time.

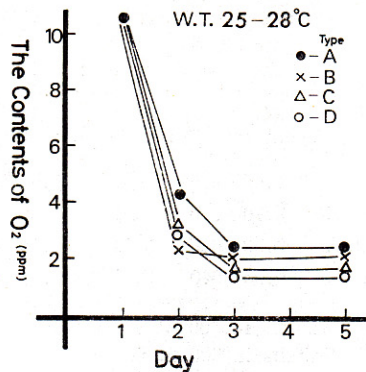


Fig. 5. Change of O₂ contents with time.

* ハマグリは水温 25°C 付近に酸素消費量の最高があり, 15 ml/kg/hr である。(川本 1966)。

本実験では止水中で二枚貝（アサリ）を長期間飼育し、その日数経過に伴う水中のガス量の変化をみた (Fig. 2~5)。さらに飼育容器を高温 (25°~28°C)、低温 (11°~13°C) に設置し、グループ別に飼育個体数をかえ、ガス量も測定した (Table 1~3)。高温状態における貝は異常呼吸と生活力の減弱で低温状態のものより速く死亡することを認めた。これは夏季の二枚貝大量斃死に関する重要な論点であろう (Fig. 6~8)。

Table 1. Change of CO₂ contents with time (W. T. 21°C)

Type	CO ₂ contents					Number of materials	Number of deaths	
	After 1-day	After 3-days	After 5-days	After 6-days	After 7-days			
A	2.30	3.10	5.85	7.40	5.75	14.30	2	2
B	2.30	3.60	3.35	11.70	14.85	16.40	4	4
C	2.30	4.80	8.00	14.60	16.40	16.40	6	6
D	2.30	3.15	6.85	14.10	7.65	16.40	8	8
E	2.30	3.15	11.80	16.30	16.40	16.40	10	10

A...2 shells in 300 ml Sea-Water

B...4 shells in 300 ml Sea-Water

C...6 shells in 300 ml Sea-Water

D...8 shells in 300 ml Sea-Water

E...10 shells in 300 ml Sea-Water

Material... *Venerupis (amygdala) japonica* Gross Weight-2.7 g

Sea Water...sp. gr. 25.70, pH 8.2

Table 2. Change of O₂, CO₂ contents in low-temperature (W. T. 11°~13°C)

Type				After 2-days			After 3-days			After 5-days			Number of materials	Number of deaths
	O ₂ contents	CO ₂ contents	pH	O ₂ contents	CO ₂ contents	pH	O ₂ contents	CO ₂ contents	pH	O ₂ contents	CO ₂ contents	pH		
A	10.34	9.90	6.0	6.83	8.75	6.4	2.84	9.10	7.2	2.98	15.65	7.2	2	0
B	10.34	9.90	6.0	5.33	7.25	6.6	2.75	9.05	7.4	2.98	15.40	7.4	5	2
C	10.34	9.90	6.0	4.82	6.95	6.6	2.93	11.10	7.0	2.55	13.75	7.2	7	5
D	10.34	9.90	6.0	4.72	11.60	6.8	2.55	13.75	7.2	2.88	23.30	7.2	10	10

Table 3. Change of O₂, CO₂ contents in high-temperature (W. T. 25~28°C)

Type				After 2-days			After 3-days			After 5-days			Number of materials	Number of deaths
	O ₂ contents	CO ₂ contents	pH	O ₂ contents	CO ₂ contents	pH	O ₂ contents	CO ₂ contents	pH	O ₂ contents	CO ₂ contents	pH		
A	10.34	9.90	6.0	4.37	11.55	6.6	2.27	18.20	7.2	2.44	26.85	6.8	2	2
B	10.34	9.90	6.0	2.62	7.65	6.6	2.02	23.85	7.5	2.02	23.85	7.5	5	5
C	10.34	9.90	6.0	3.14	8.10	6.8	1.94	24.65	7.6	1.94	24.65	7.6	7	7
D	10.34	9.90	6.0	2.97	8.05	6.8	1.94	23.55	7.6	1.94	23.55	7.6	10	10

A... 2 shells in 500 ml Sea-Water

B... 5 shells in 500 ml Sea-Water

C... 7 shells in 500 ml Sea-Water

D...10 shells in 500 ml Sea-Water

Material... *Venerupis (amygdala) japonica* Gross Weight-3.0 g

Sea-Water...sp. gr. 24.71, pH 6.0

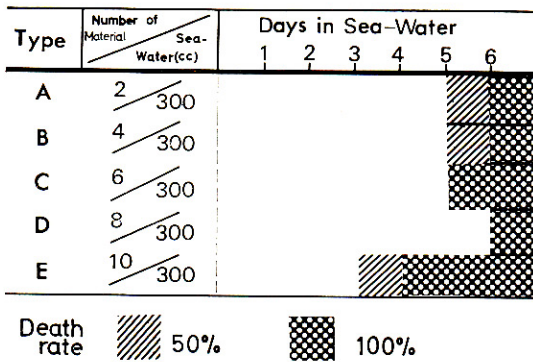


Fig. 6. A change of death rate with time (21°C)

2. 各種二枚貝にみられる CO₂, N₂ の影響

ハマグリ¹の心臓に明確な影響を与えるものが海水中の炭酸ガスであることは報告されている (川本, 1967)。実験に使用した10種類の浅海性二枚貝の心臓もハマグリと同様、炭酸ガスの送入により搏動を停止し、窒素ガスの送入により復活した。搏動の復活力はそれぞれにおいて大差があり、なかでもアズマニシキ、アカガイ、マガキなどは比較的復活しにくい種類である (Fig. 9-a~j)。

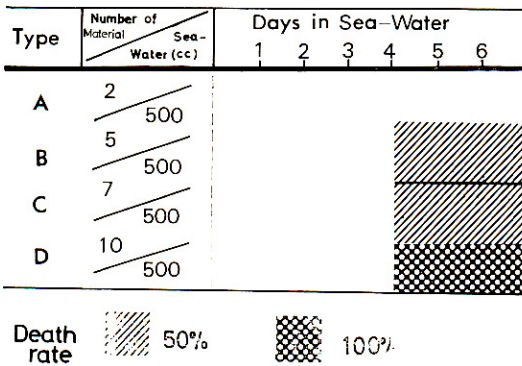


Fig. 7. A change of death rate in low-temperature (11~13°C).

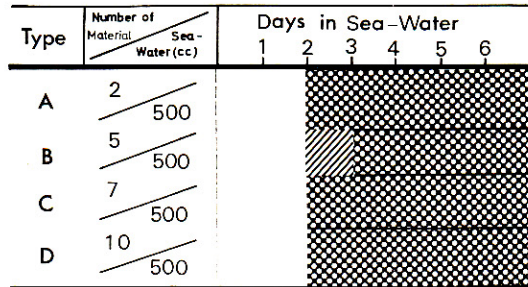


Fig. 8. A change of death rate in high-temperature (25~28°C).

3. CO₂, N₂ が分離心臓に与える影響

貝体内にある心臓が炭酸ガスと窒素ガスより受ける影響は上記の通りである。さらにこれらのガスが貝体より摘出分離された心臓にいかなる影響を与えるか試みた。

本実験においても分離心臓の搏動は炭酸ガスと窒素ガスを置換するごとに停止と復活を繰り返す状態を観察した (Fig. 10-a)。搏動回数は平常時の平均 20~30/秒より 9~10/秒に減少した。これは心臓を貝体より分離したためと思われる。また低比重海水中で長時間実験を行なったが搏動状態、振幅に異常は認められなかった (Fig. 10-b)。

4. 炭酸ガス量の測定

前実験より海水中の炭酸ガスが一定量に達すると搏動停止の傾向を認めたので、本実験は CO₂ や N₂ の送入時、それぞれのガスによって影響の現われた時点等において採水し、致死炭酸ガス量を微量拡散分析法*により得た。Table 4~7 はそれぞれハマグリ、アサリ、オニアサリ、ウチムラサキの実験におけるガス量 (CO₂ のみ) 測定値である。さらに Fig. 11-a~d には致死炭酸ガス量とそれらの二枚貝の湿重量との相関グラフを示した。グラフを通覧してみると大貝と小貝との間に

* 測定誤差は数 10 ml CO₂/l~数 100 ml CO₂/l の場合に 5~6% である。

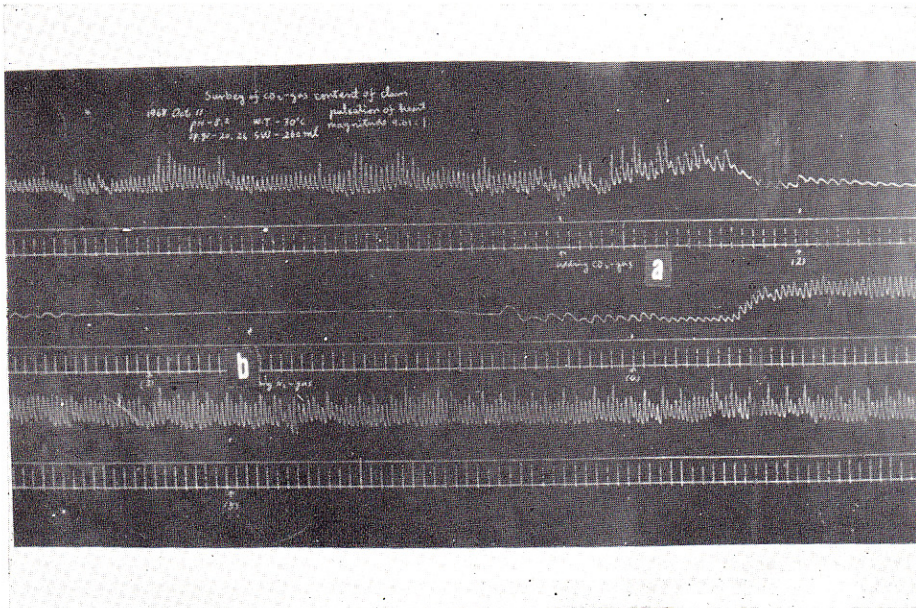


Fig. 9-a. Influence of CO₂, N₂-gas.
Meretrix meretrix lusoria (RODING)
 a-after injection of CO₂-gas
 b-after injection of N₂-gas

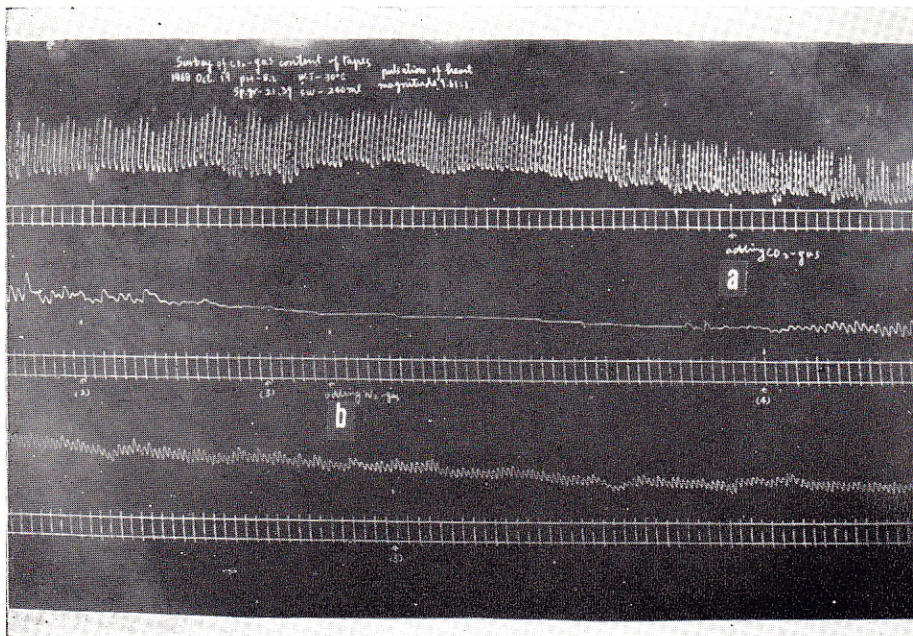


Fig. 9-b. *Tapes (amygdala) japonica* (DESHAYES)

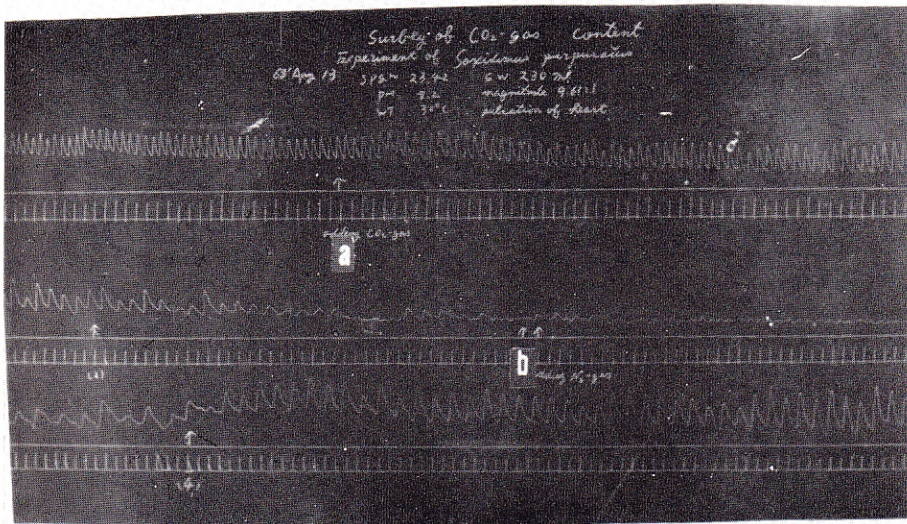


Fig. 9-c. *Saxidomus purpuratus* (SOWERBY)

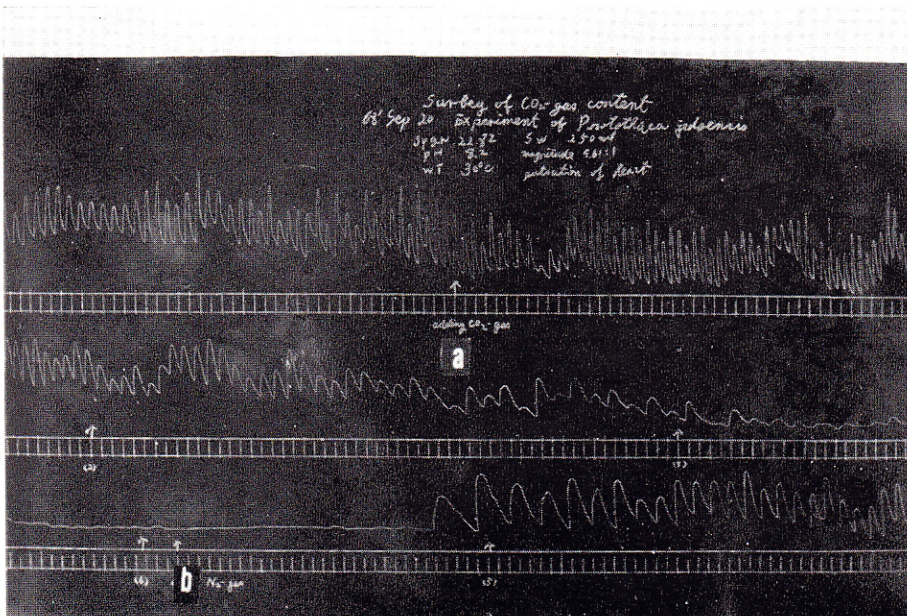


Fig. 9-d. *Protothaca jedoensis* (LISCHKE)

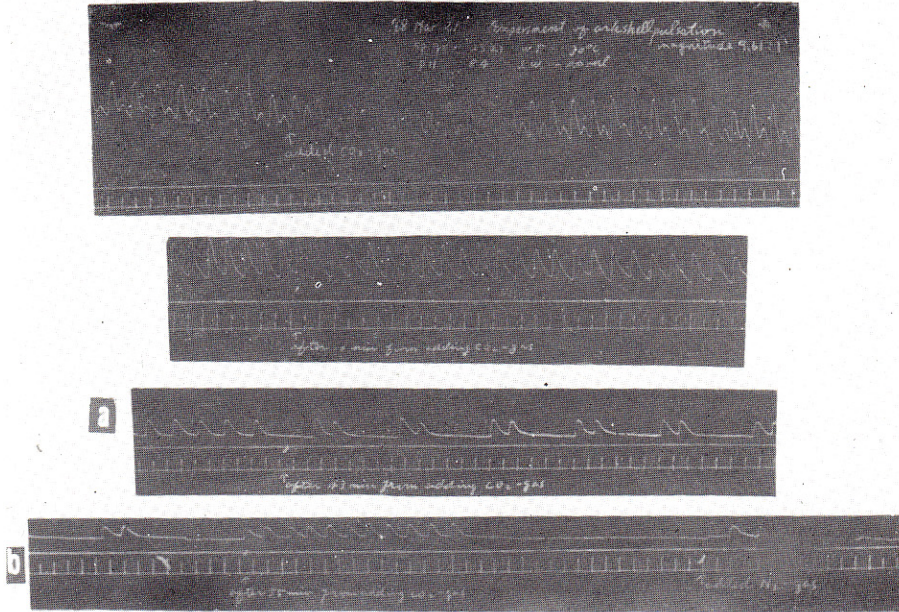


Fig. 9-e. *Anadara (Scapharca) broughtonii* (SCHRECK)

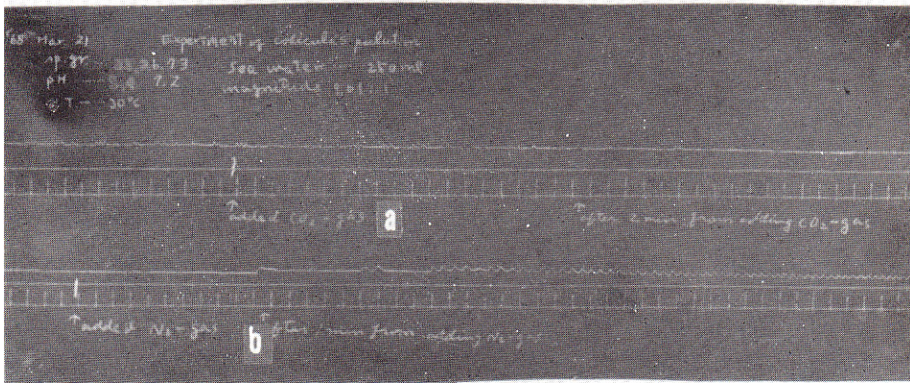


Fig. 9-f. *Corbicula (Corbiculina) leana* PRIME

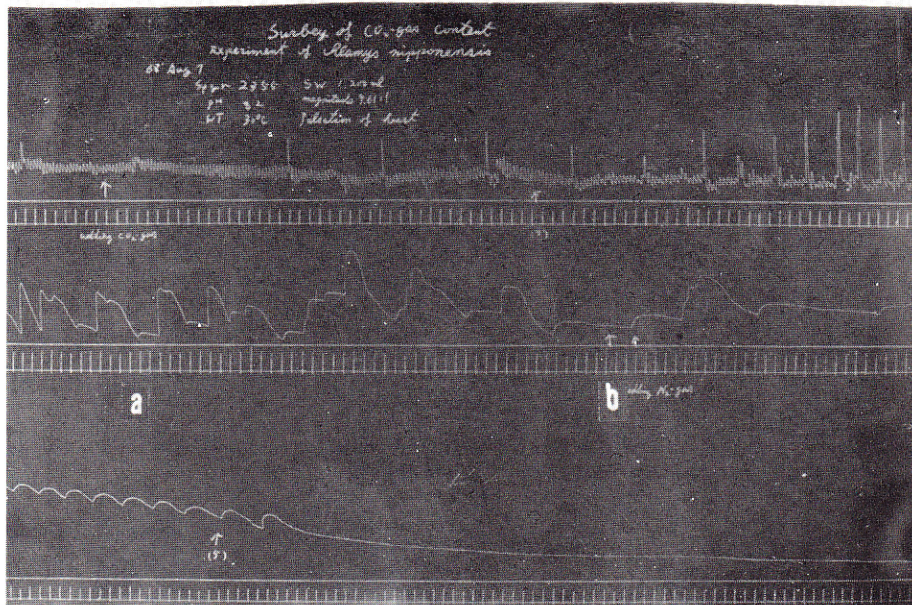


Fig. 9-g. *Chlamys farreri nipponensis* KURODA

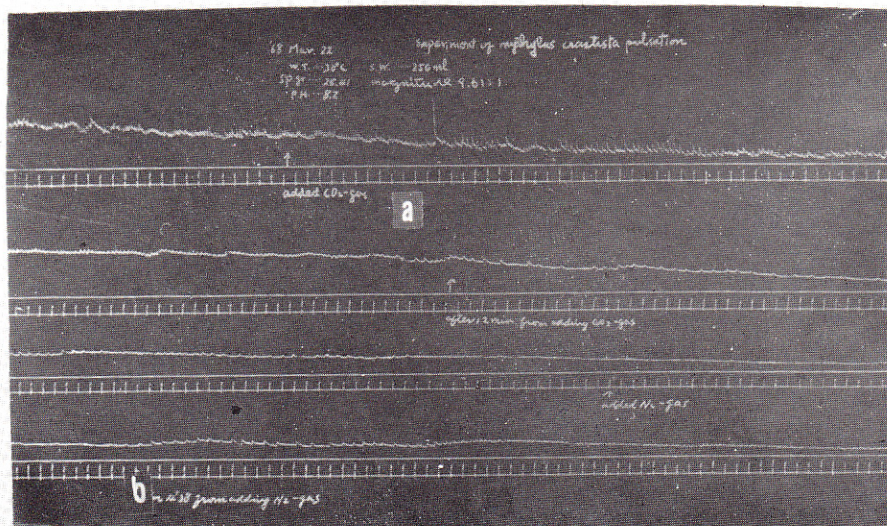
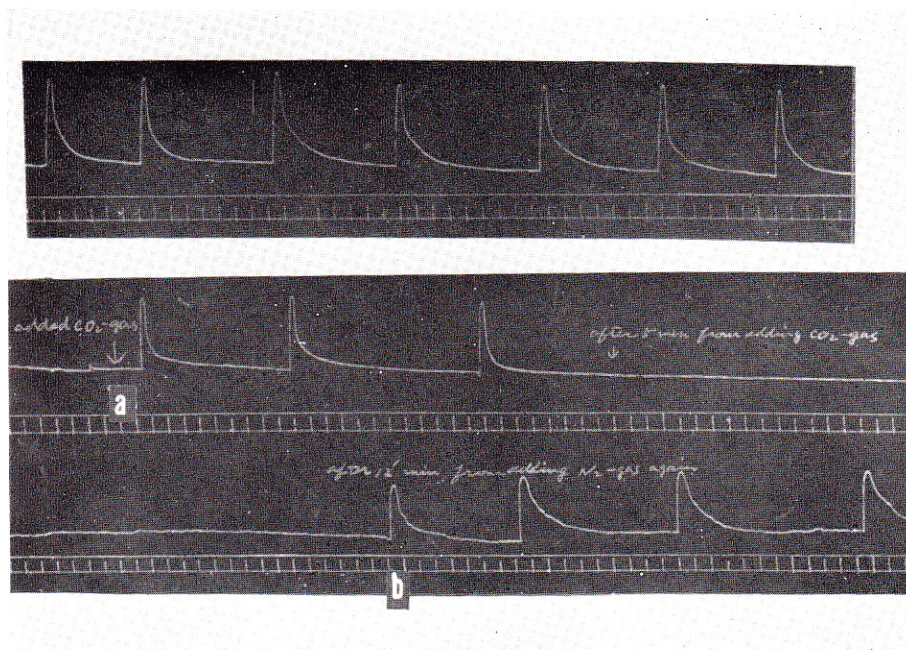
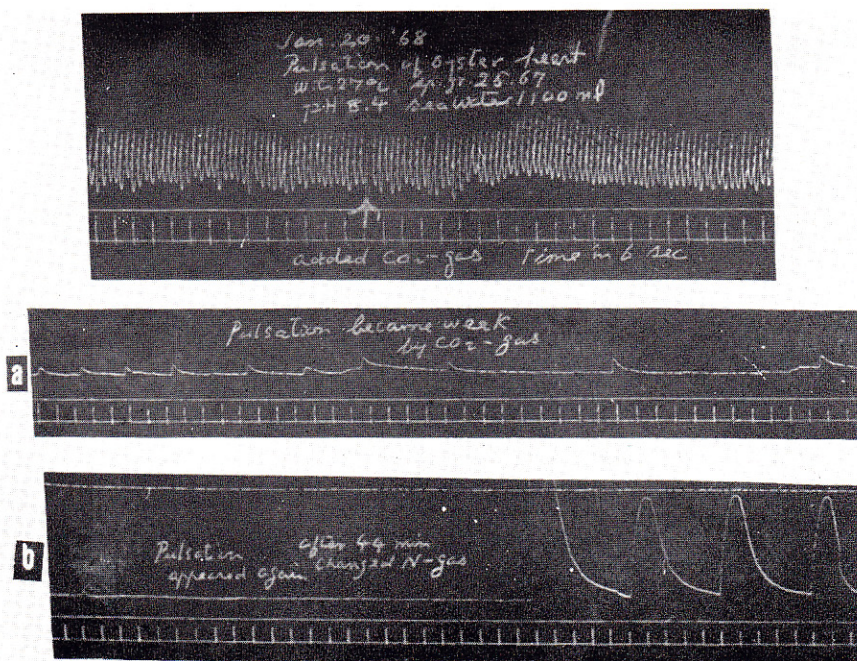


Fig. 9-h. *Mytilus edulis* LINNE

Fig. 9-i. *Pteria (Austropteria) loveni* (DUNKER)Fig. 9-j. *Ostrea (Crassostrea) gigas* THUNBERG

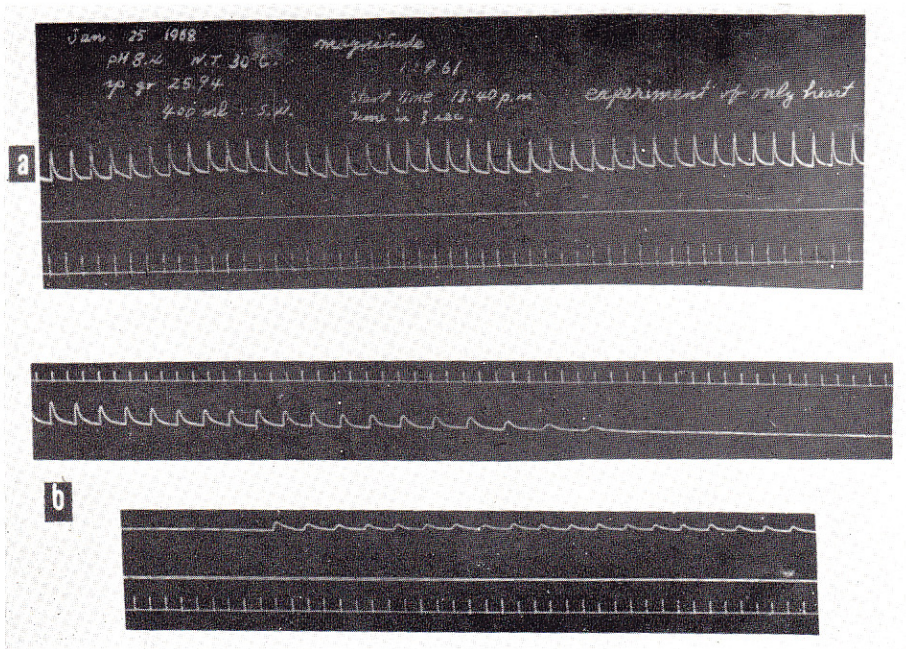


Fig. 10. Experiments of isolated-heart.
 a-before injection of CO₂-gas
 b-after injection of CO₂-gas

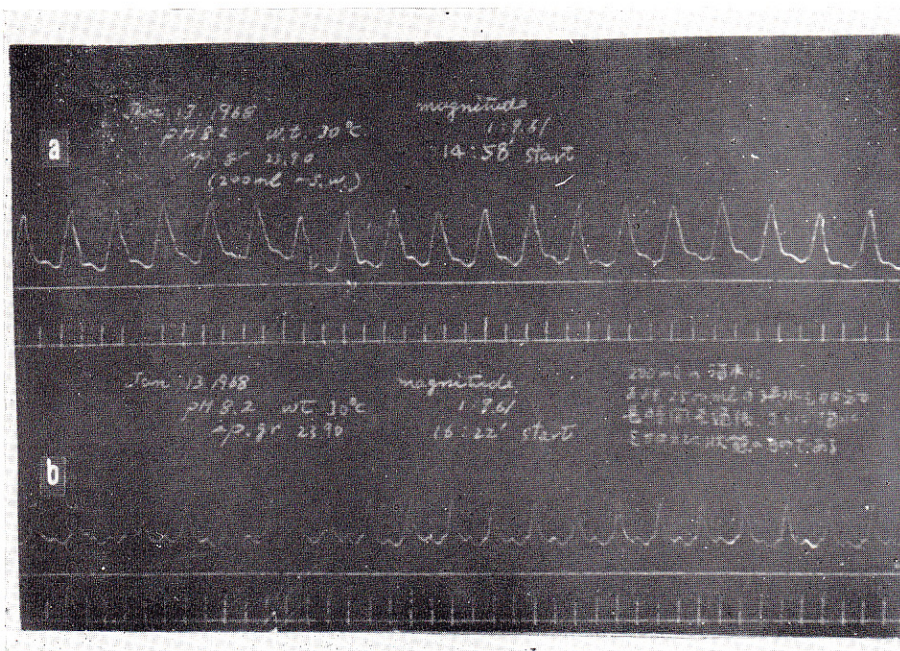


Fig. 10-b. a-Isolated heart-beat in high specific gravity.
 b-Isolated heart-beat in low specific gravity.

Table 4. *Meretrix meretrix lusoria* (RODING)

No.	Date	Contents of CO ₂					pH	S.W. (ml)	sp.gr.
		a	b	c	e	f			
1	Jul. 23	7.25	18.95	19.20*	8.10		18.6	600	23.10
2	Aug. 7	5.65	6.35	12.60	5.25		16.4	240	23.36
3	12	8.40	14.25	32.40	8.50		7.2	250	23.36
4	12	8.40	21.70	23.40	9.15		8.6	250	23.30
5	12	8.40	23.30	33.85	8.95		7.9	240	23.32
6	12	8.40	21.20	29.75	9.15	7.60	10.8	240	23.36
7	13	7.15	16.00	23.55	11.35	7.80	7.9	230	23.51
8	14	6.15	18.50	26.15	7.65	7.25	4.5	250	24.89
9	14	6.15	15.75	23.00	9.50	7.25	3.0	250	24.89
10	15	6.00	21.89	28.50	16.15	7.80	4.0	250	24.64
11	16	7.25	17.65	21.75	20.75	8.00	6.5	250	24.11
12	17	8.50	20.00	27.75	11.75	8.75	6.3	250	24.45
13	18	5.20	10.95	16.10	5.50		4.1	260	23.56
14	19	5.10		17.85	7.35		3.8	260	23.38
15	Sep. 6	6.70	17.40	24.10	9.60	7.30	4.0	240	22.02
16	9	5.70	16.20	26.10	9.85	6.05	2.5	260	22.26
17	9	5.70		21.15	12.25	7.90	2.8	260	22.26
18	9	5.70	21.15	12.25	7.90		2.8	260	22.26
19	12	6.35	13.45	18.75	8.70	5.50	3.4	260	22.28
20	16	6.15		20.45	8.55		2.4	240	21.82
21	24	6.95	17.10	28.50	11.55	8.65	8.2	240	21.90
22	24	6.95	15.45	25.90	10.25	9.45	4.8	240	21.90
23	24	6.95	11.50	23.00	10.50	8.00	6.4	260	21.90
24	25	6.45	12.55	16.60	8.95	8.55	6.9	240	21.85
25	25	6.45	20.70	27.55	13.80	9.45	5.5	240	21.85
26	25	6.45	13.75	17.85	6.15	5.00	6.4	260	21.85
27	28	8.00	17.70	19.45	11.10	8.30	6.6	240	22.44
28	29	6.45	14.85	29.45	8.25	7.20	4.4	270	22.29
29	29	6.45	12.20	21.90	9.45	7.25	2.9	280	22.29
30	29	6.45	21.45	30.95*	12.95	8.50	3.3	270	22.29
31	30	6.60	13.90	16.95	12.00	6.40	3.9	260	22.18
32	30	6.60	13.75	19.15	10.00	6.65	3.8	280	22.18
33	30	6.60	17.40	23.90*	10.85	7.25	3.6	260	22.18
34	Oct. 3	7.45	20.45	27.15	11.75	9.90	2.3	260	22.33
35	3	7.45	19.50	24.90	12.30	8.40	2.2	270	22.33
36	4	8.90	16.80	30.75	15.40	11.20	2.6	280	21.98
37	4	8.90	17.50	23.00	17.05	11.55	2.3	280	21.98
38	5	7.05	15.50	20.20	10.00	9.20	2.6	260	21.97
39	5	7.05	13.20	21.70	8.70	6.15	2.2	270	21.97
40	6	7.15	16.60	22.75	7.35	6.75	2.6	270	22.41
41	6	7.15	10.85	16.25	8.25	6.75	2.5	280	22.41
42	8	6.20	17.45	18.65	9.80		2.2	260	21.44
43	9	6.45	11.60	18.50	9.10	7.60	2.8	260	21.44
44	9	6.45	10.10	13.30	10.85	6.40	1.4	260	21.44
45	9	6.45	7.80	14.20	8.05	6.65	1.0	280	21.44
46	11	7.75	15.90	25.80	9.95	5.45	2.4	260	20.26
47	11	7.75	11.90	22.20	10.40	4.50	2.6	280	20.43
48	12	8.15	15.85	24.90	10.75	8.25	2.4	270	22.30
49	12	8.15	14.30	22.15	13.90	9.90	1.9	270	22.30
50	12	8.15	12.90	21.10	15.30	10.40	2.6	270	22.30
51	13	8.05	18.15	25.70	11.25	8.40	3.1	260	22.30
52	13	8.05	19.90	26.50	26.45	7.85	2.5	260	22.30
53	13	8.05	18.80	28.95	11.10	7.70	2.3	260	22.30
Average		7.02	15.90	23.19	10.71	7.76	4.57		

Table 5. *Tapes (Amygdala) japonica* (DESHAYES)

No.	Date	Contents of CO ₂					pH	S.W. (ml)	spgr.
		a	b	c	e	f			
1	Aug. 14	6.15	13.65	18.15	9.40	7.35	2.9	250	24.89
2	15	6.00	11.25	20.55	9.00	5.25	3.0	250	24.64
3	16	7.25	14.80	18.75	7.90	7.00	3.0	250	24.11
4	16	7.25	12.50	20.00	10.75	7.55	3.2	250	24.11
5	Sep. 8	5.75	13.25	17.60	8.85	8.65	4.9	260	23.39
6	16	6.15	13.80	17.60	8.60	7.90	3.8	240	21.82
7	19	7.25		16.00	9.30		2.7	240	22.64
8	26	7.45	13.00	23.30	11.85		2.9	230	21.82
9	27	6.35	19.45	22.85	10.20	8.60	4.3	240	21.89
10	27	6.35	11.50	15.15	9.50	8.20	3.4	240	21.89
11	Oct. 1	7.25		27.50	14.35		4.5	260	22.37
12	1	7.25	15.90	20.45	11.20	8.65	5.9	260	22.37
13	1	7.25	17.20	27.20	11.60	8.70	4.8	260	22.37
14	2	7.10	8.00	18.20	10.55	7.85	3.6	260	22.33
15	2	7.10	22.35	26.15	11.00	9.15	3.6	260	22.33
16	3	7.45	14.30	17.15	13.10	7.50	3.0	260	22.33
17	4	8.90	18.60	23.35	10.95	8.95	3.2	260	21.98
18	4	8.90	15.75	19.85	12.10	9.50	2.7	260	21.98
19	5	7.05	13.15	18.15	11.05	7.15	2.6	260	21.97
20	11	7.75	11.05	18.55	10.20	6.40	4.8	260	20.62
21	12	7.75	16.70	26.95	12.75	8.95	2.5	260	20.20
22	13	7.80	9.00	14.05	8.20		4.0	260	21.89
23	13	7.80	13.50	18.30	11.45	8.30	2.2	260	21.89
24	14	8.25	8.95	16.35	11.25	7.25	3.4	260	21.09
25	15	7.85	13.65	16.50	8.75	6.75	2.3	260	21.59
26	15	7.85	16.95	13.85	9.20	6.90	1.6	260	21.59
27	15	7.85	14.05	14.50	11.50	7.90	1.8	260	21.59
28	16	6.65	10.80	15.00	8.95	6.45	3.1	260	21.59
29	16	6.65	13.20	17.20	12.70	7.45	2.6	260	21.59
30	16	6.65	9.20	14.15	13.00	7.20	2.9	260	21.59
31	17	7.35	10.35	15.00	14.25	6.45	1.6	240	21.89
32	17	7.35	13.00	16.10	8.55	6.95	3.0	240	21.89
33	17	7.35	14.25	21.10	13.85	8.95	4.9	240	21.89
34	17	7.35	9.45	17.25	10.85	7.75	4.4	240	21.89
35	17	7.35	9.55	15.65	15.30	9.10	3.0	240	21.89
36	17	7.35	12.00	23.70	13.40	11.10	2.3	240	21.89
37	18	6.45		14.90	11.60	6.20	2.8	240	21.89
38	18	6.45	12.75	21.75	13.15	8.45	3.9	230	21.89
39	19	5.50	12.90	18.60	9.05	7.95	1.7	240	21.39
40	19	5.50	13.60	18.00	9.35	6.85	2.2	240	21.39
41	21	5.90	13.90	25.10	18.20	8.50	2.3	240	22.00
42	21	5.90	14.35	21.80	14.85	7.05	1.8	240	22.00
43	21	5.90	11.25	19.30	10.75	7.35	2.2	240	22.00
44	21	5.90	6.95	8.90	7.70	5.20	1.6	240	22.00
45	22	8.65	12.25	18.85	11.80	8.50	2.8	240	21.39
46	22	8.65	17.85	21.25	15.35	10.05	2.1	240	21.39
47	22	8.65	13.00	15.90	13.45	8.50	1.5	240	21.39
48	22	8.65	14.80	25.60	16.05	11.25	2.2	240	21.39
49	22	8.65	10.85	20.65	15.50	9.70	1.3	240	21.39
50	23	7.20	15.15	23.35	13.10	8.60	2.9	240	21.50
51	23	7.20	12.80	16.50	11.95	6.90	1.5	240	21.50
52	23	7.20	10.55	24.70	10.85	6.85	1.4	240	21.50
53	23	7.20	13.90	23.85	10.65	7.25	1.5	240	21.50
54	23	7.20	8.00	15.00	7.60	6.70	1.3	240	21.50
Average		7.17	13.12	19.78	11.41	7.88	2.88		

Table 6. *Protothaca jodoensis* (LISCHKE)

No.	Date	Contents of CO ₂					pH	S.W. (ml)	sp.gr.
		a	b	c	e	f			
1	JuI.21	5.60	14.10	18.60	6.45		7.7	220	23.18
2	22	1.75	12.70	16.15*	2.40		7.3	220	23.00
3	22	6.40	15.10	19.80*	8.30		11.7	220	23.79
4	22	0.90		5.15	1.70		3.4	270	22.81
5	23	6.05	11.80	17.65	8.30		2.8	230	22.98
6	24	6.05	14.70	18.85*	7.45		6.5	225	22.20
7	24	4.90	17.60*	17.60*	6.11		6.8	240	23.16
8	27	5.48	18.42	18.70*	10.85	8.35	9.8	240	23.20
9	28	6.15	18.93*	18.95*	8.63	8.08	7.2	250	23.05
10	28	4.75	20.85	28.20	7.00	5.00	9.1	240	23.39
11	28	4.75	25.30	30.50	9.10	6.00	11.4	240	23.49
12	29	4.40	13.46	19.98	7.25	2.45	9.6	240	23.53
13	31	5.25	25.65*	25.65*	10.20	4.40	7.3	250	22.91
14	31	5.25	15.40	25.60	6.50	3.45	6.4	260	23.20
15	Aug. 1	6.75	14.50	25.70	9.50	7.75	6.3	240	23.53
16	1	6.75	19.10	26.35	8.65	8.20	6.7	260	23.45
17	2	5.40	12.25	16.10	8.25	7.75	5.8	250	23.10
18	4	5.88	21.80	26.85	6.90	3.70	6.1	250	23.48
19	4	5.88	22.35	26.85	13.70		5.3	260	23.43
20	7	5.65	20.20	27.65	8.85	5.85	4.9	260	25.04
21	7	5.65	17.25	21.30	8.75	6.65	4.5	260	25.04
22	10	7.75	25.55*	25.55*	19.80	7.55	10.0	240	23.49
23	17	8.50	16.40	19.50	9.25	7.65	4.4	250	24.45
24	17	8.50	10.40	16.50	7.75	5.15	5.0	250	24.45
25	19	5.10	23.40	27.85*	8.90		5.0	250	23.38
26	19	5.10	16.60	27.35	11.25		8.7	240	23.38
27	20	5.95	15.40	23.00	9.00		9.0	240	22.70
28	20	5.95	21.05	27.65	7.40		5.4	240	22.70
29	Sep. 4	6.00	25.10	27.80	8.10		6.5	240	22.69
30	5	6.15		14.10	9.00		3.3	240	22.61
31	6	6.70		20.35	6.20	5.60	4.8	270	22.02
32	6	6.70	14.75	18.80	13.75		2.9	240	22.02
33	7	7.55	14.50	21.05	8.40	6.40	3.2	240	22.00
34	12	6.35	12.25	17.30	7.50	6.30		250	22.28
35	12	6.35	11.90	18.55	6.25		5.2	250	22.28
36	13	6.05	11.75	20.75	8.05		5.9	260	22.23
37	14	5.65	10.95	14.00	6.65		11.4	240	22.27
38	15	6.70	15.45	20.55	10.70	6.75	4.1	250	22.04
39	15	6.70	13.05	15.95	9.05	9.05	4.7	250	22.04
40	15	6.70	9.85	10.90	10.60		5.2	260	22.04
41	15	6.70	11.35	23.75	8.90	7.45	7.8	260	22.04
42	15	6.70		16.80	9.80	8.25	5.7	260	22.04
43	15	6.70	17.90	24.90	18.25	10.15	6.4	260	22.04
44	15	6.70	14.95	21.10	12.00	7.65	5.2	260	22.04
45	15	6.70	19.90	28.15	8.95	7.35	5.9	260	22.04
46	16	6.15	17.05	18.20	10.55	7.35	11.0	260	21.82
47	17	7.00	17.25	23.25	14.25		4.3	260	21.77
48	19	7.25	15.75	19.75	9.50	6.15	5.6	260	22.64
49	19	7.25	9.30	20.10	7.90		8.4	260	22.64
50	20	6.50	24.60	24.70	9.95		8.0	250	22.82
51	20	6.50	27.85	29.60*	12.10		9.7	250	22.64
52	20	6.50	14.70	24.90	10.85		6.9	240	22.82
Average		6.82	15.86	21.53	9.14	7.15	6.46		

Table 7. *Saxidomus purpuratus* (SOWERBY)

No.	Date	Contents of CO ₂					pH	S.W. (ml)	sp.gr.
		a	b	c	e	f			
1	Jul. 19	7.15	18.55	27.55	8.05		13.0	225	25.89
2	19	6.45	23.75	25.10*	7.30		14.8	220	25.99
3	19	7.55		15.35	8.05	8.65	10.6	225	22.86
4	23	5.40	9.30	18.15	5.70		11.8	245	22.87
5	Aug. 2	8.25	8.95	14.45	6.85	4.85	14.1	240	22.98
6	2	5.40	7.95	22.20	4.25		14.1	240	23.43
7	4	5.88	26.85*	26.85*	10.40	6.65	9.0	250	23.20
8	5	6.35	12.80	23.80	6.40		12.3	260	23.14
9	5	7.00	9.70	18.30	8.40	6.65	10.5	260	24.80
10	5	5.35	15.35	23.85	8.55	5.85	16.5	260	24.80
11	9	7.65	19.45	27.95	10.45	8.25	10.5	250	24.70
12	10	7.75	13.55	25.55*	6.55		8.0	260	23.04
13	10	7.75	17.15	24.25	6.80		7.0	260	23.49
14	10	7.75	13.30	24.75	6.75		11.2	260	23.49
15	12	8.40	18.95	30.65	12.20	10.45	16.6	240	23.36
16	13	7.15	14.05	26.05	3.95		11.2	240	23.51
17	13	7.15	21.30	21.90	3.15		12.3	230	23.42
18	Sep. 5	6.15	9.50	11.50	6.50		29.5	360	22.61
19	7	7.55	16.85	27.35	12.60	7.55	12.9	240	22.00
20	8	5.75	12.20	13.65	6.50		14.0	260	22.39
21	8	5.75		10.95	6.15		9.9	270	22.39
22	12	6.05	7.35	15.90	9.30	6.75	15.5	240	22.23
23	17	7.00	23.25	28.75	11.90		27.0	370	21.77
24	19	7.25	14.90	25.95	22.25	5.70	29.8	340	22.64
25	27	6.35	20.30	27.80	8.70	7.50	7.5	260	21.89
26	29	6.45	20.15	30.35*	11.15	7.85	15.7	240	22.29
27	Oct. 1	7.25	23.15	27.65	13.65	7.35	15.5	240	22.37
28	2	7.10	26.90	28.60	9.65	9.30	15.2	240	22.33
29	4	8.90	23.65	29.25	17.05	9.50	12.8	260	21.98
30	5	7.05	23.25	29.55*	8.95	7.40	16.0	250	21.97
31	9	6.30	14.05	23.20	8.35	6.10	17.0	240	21.44
32	10	5.70	7.65	26.40	8.55	5.75	18.7	240	21.89
33	Nov. 2	6.20	14.05	16.80	8.45	6.90	11.0	220	22.80
34	4	7.75	17.75	25.05	10.25	8.05	12.3	240	22.90
35	4	7.75	25.65	30.10	11.45	8.60	14.5	240	22.90
36	4	7.75	19.00	30.25*	10.40	7.50	13.2	240	22.90
37	5	4.95	13.05	27.65	3.00	4.80	16.6	240	22.77
38	5	4.95	22.30	27.90*	6.50	1.89	16.5	240	22.77
Average		6.82	16.84	24.00	9.27	7.06	14.33		

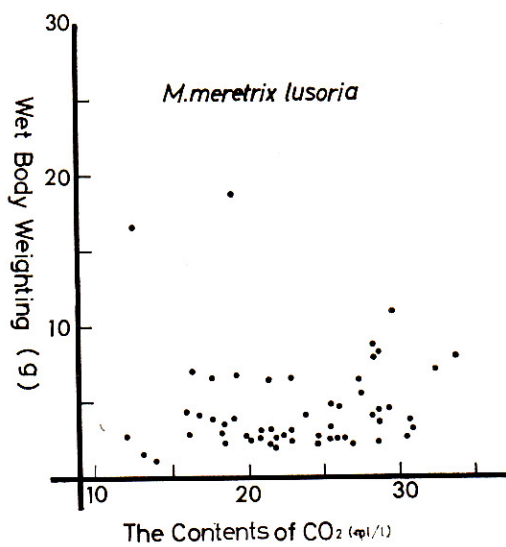


Fig. 11-a.

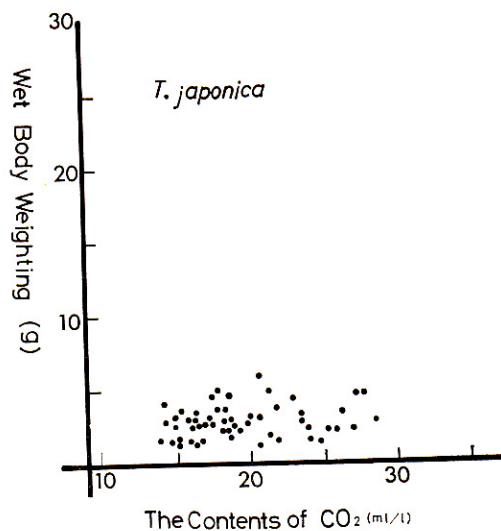


Fig. 11-b.

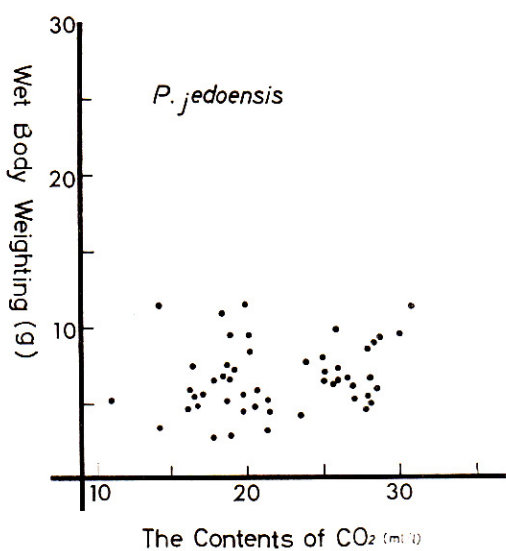


Fig. 11-c.

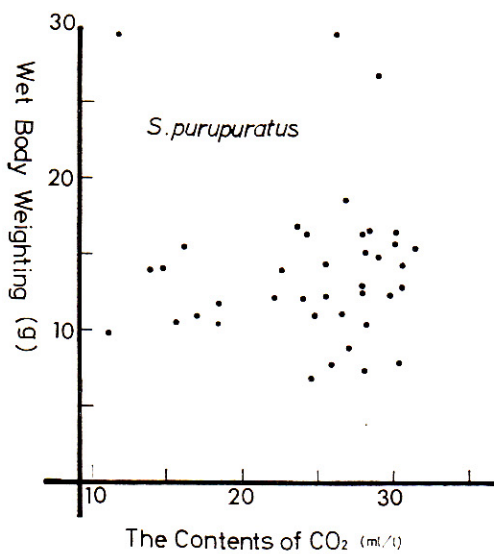


Fig. 11-d.

みられる致死炭酸ガス量の差はそれほどはっきりと認められない。しかし、同重量のものの中でもガス量に非常に鋭敏なものとそうでないものがあった。

5. 腐敗液の与える影響

ハマグリ的心臓搏動に影響を与えるもうひとつの条件として貝の腐敗液が報告され(川上, 1968), 搏動振幅に拡大が認められた。本実験ではさらに各種二枚貝に対する腐敗液の影響を試みた。その結果, 供試貝の搏動振幅の拡大, 減少および停止等の影響が現われた (Fig. 12-a~b)。また同種間の腐敗液に対しては, その全部が搏動停止の影響を受けた。なおハマグリは本実験中一番影響を受けやすい二枚貝といえよう (Table 8)。

総合考察

一般に心臓運動の停止はその個体の死を意味しよう。水温上昇に伴う搏動停止の原因は心臓を構成している蛋白質の凝固, 変性によるものであろう。しかし炭酸ガスによる搏動停止の原因は本実験だけでは明確にならない。それは分離した心臓においても, また分離しない心臓においても炭酸ガスの影響は認められた。炭酸ガスがこの兩者のどの部分に影響し, 搏動停止, 復活を行なうか不

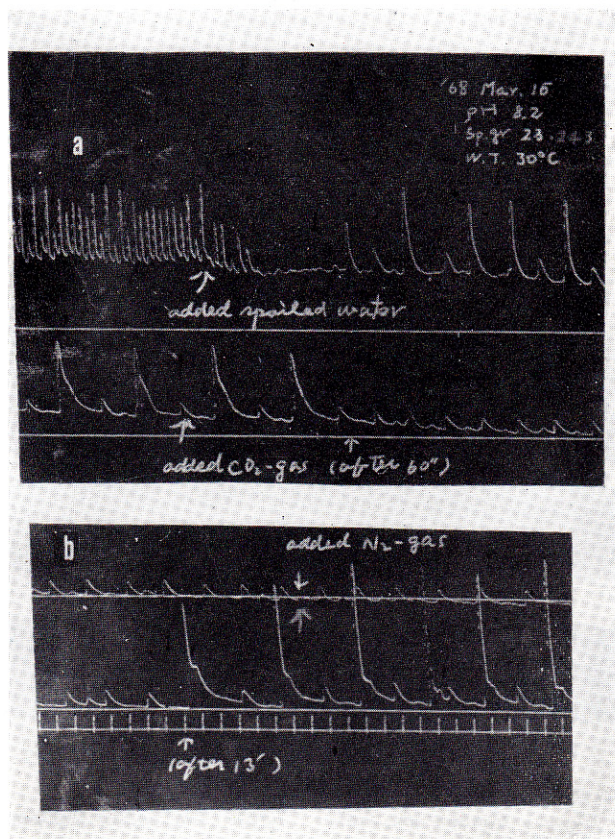


Fig. 12-a. Influence of spoiled sea water.

Material: *Meretrix meretrix lusoria*.

Spoiled sea water: *Anadara (Scapharca) broughtonii*.

a-before injection of Sp. s. w.

b-after injection of Sp. s. w.

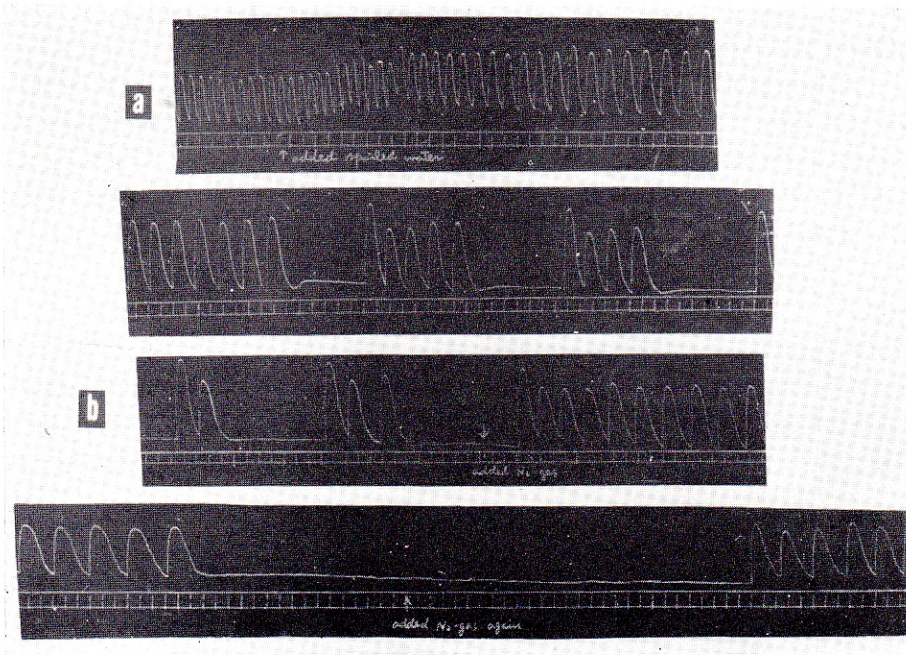


Fig. 12-b. Material: *Ostrea (Crassostrea) gigas*
 Spoiled sea water: *Tapes (Amygdala) japonica*

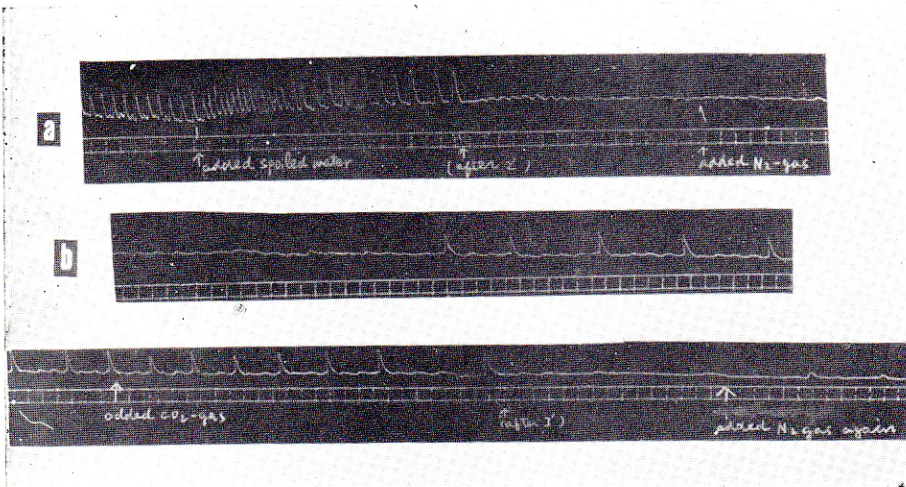


Fig. 12-c. Material: *Tapes (Amygdala) japonica*
 Spoiled sea water: *Tapes (Amygdala) japonica*

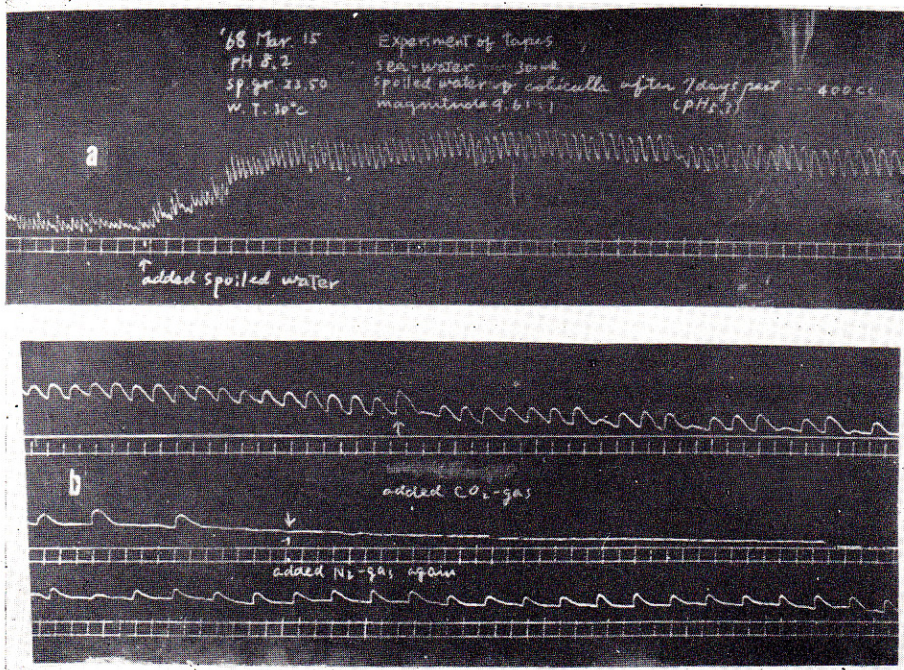


Fig. 12-d. Material: *Tapes (Amygdala) japonica*
 Spoiled sea water: *Corbicula (Corbiculina) leana*

Table 8. Influence of spoiled sea water

Material	Spoiled-water of shells	M. meretrix lusoria	T. (A.) japonica	O. (C.) gigas
M. meretrix lusoria		(+)	(+)	-
T. (A.) japonica		(+)	(+)	+
O. (C.) gigas		(+)		(+)
C. (C.) leana		(+)	+	+
A. (S.) broughtonii		(+)		
P. (A.) loveni				-
M. edulis		(+)		
U. (S.) costatum		+	+	

+.....influential shell in pulsation by sp.-w.
 -.....no influential shell in pulsation by sp.-w.
 (+).....a dead shell by sp.-w.

明である。心臓の運動、つまり自動性は何によるものなのか。一つには神経系原説があり他方筋原説も存在している。炭酸ガスが神経系を犯すものなのか、また筋肉そのものが炭酸ガスの影響を受けるかは疑問であり、今後の追究を望むものである。

二枚貝の大量斃死が起る状況と本実験を総合すると夏季水温上昇および河川からの淡水流入時に現われるプランクトン大量発生、赤潮現象などによる海水中の炭酸ガスの増加が二枚貝の生活力を減少させ、死亡させる一原因であろう。さらにこれらの悪条件によって死亡した同種貝の腐敗液が同一場所に生息している二枚貝の心臓搏動に大きな影響を与えていると思われる。

要 約

- 浅海性二枚貝は水中の炭酸ガス量に敏感で、その致死量範囲は
- | | |
|--------|--------------------------|
| ハマグリ | 4.5 g/15.90~23.19 ml/l |
| アサリ | 2.8 g/13.12~19.78 ml/l |
| オニアサリ | 6.0 g/15.86~21.53 ml/l |
| ウチムラサキ | 14.33 g/16.84~24.00 ml/l |
- 死貝の腐敗による汚濁海水は二枚貝、とりわけハマグリには大きな影響を与える。なお同種間においてはその影響は顕著に現われる。

引用文献

- 辻田時美 1966: プランクトンの異常繁殖とその随伴現象の研究. 西海区水産試験場報告, No. 10, 20~25.
 川本信之 1968: 貝類斃死原因究明に関する調査研究. 熊本県水産試験場報告, 熊本県のり研究所報告, 共同資料 3, Part 3, 1~82.
 矢住邦平・田畑重行・平見哲朗・尾脇満雄 1968 貝類斃死原因究明に関する調査研究. 熊本県水産試験場報告, 熊本県のり研究所報告, 共同資料 3, Part 1, 1~62.
 太田扶桑男 1968: 貝類斃死原因究明に関する調査研究. 熊本県水産試験場報告, 熊本県のり研究所報告, 共同資料 3, Part 2, 1~89.
 高槻俊一 1942: 貝の呼吸, 貝の心臓. 科学新書 39「貝の生活」, 東京, 河出書房, 37~58, 76~88.
 三宅泰雄・北野 康 1960: 炭酸測定. 「水質化学分析法」, 東京, 地人書館, 59~61.

Abstract

The study was examined to find origins with regard to the fall-dying phenomenon of many bivalves in Chiba, Kumamoto pref. and other areas. As for clam, origins on the external influence have already been reported (KAWAMOTO, N., 1967).

In relation to it, the bivalve which live in shallow-sea, short-necked clam, sea mussel, oyster, arkshell, pearl shell, was investigated. We had few basic studies of shell except aquatic-culture bivalves till now, to say nothing of pathological, physiological studies. In this time, we investigated physiological action for external factor and observed the influence clearly that was given to the heart-beat. Life environment at a fish-farm and efflux of death elixers were not suspended the heart-beat. Carbon-dioxide gas of a fixed quantity, give a suspension to the heart-beat and nitric-gas revive that, was measured.

As a result, it was found that origins of the fall-dead is high water temperature on summer, an increase in carbon-dioxide gas for outbreak of the red-water. And we observed too that the heart-beat was influenced for the spoiled sea water of same species.