

- 29) Pascucci : Beit. z. Chem. Phy. u. Path. 6, 543; 552, 1905.
- 30) Ponder : Proc. Roy. Soc. B. XCII, 285, 1921.
- 31) do: ibid. XCVII, 138, 1925.
- 32) Ponder a. Marsland : J. of gen. Phy. 19, 35, 1936.
- 33) Ponder a. Millar : Quart. J. of exp. Physiol. 15, 1, 1925.
- 34) Ruzsnyák : Biochem. Z. 36, 394, 1911.
- 35) Saslow: Quart. J. of exp. Physiol. 19, 329 1929.
- 36) Schmitt, Bear a. Ponder : J. of cell. a. comp. Physiol. 9, 89, 1937. ibid. 11, 309, 1938.
- 37) Simmel : Handb. d. allg. Haematologie Bd I, 1 Hälfte, 495, 1933.
- 38) Snapper : Biochem. Z. 43, 256, 1912.
- 39) 丹野 : 日生理誌, 第 12 卷, 学 1, 1950.
- 40) Waller : J. of Physiol. 70, XLII-XLIII, 1930.

高圧の生活組織に及ぼす影響

小水生動物(メダカ)の生態の変化並に酸素消費量に就て

(附) 蛙筋肉の酸素消費量に就て

生理学教室(主任 林教授)

専攻生 大 和 人 士

[昭和 27 年 4 月 15 日受稿]

第一章 緒 言

高圧が生活組織に及ぼす作用に関しては、P. Regnard 以来生物及別出組織について種々行われているが、就中 U. Ebbecke の行つた一聯の実験はこの方面の発展に資する所大である。しかし高圧がある場合には刺戟作用を、又ある場合には麻酔作用を及ぼす機構の窮明に関しては未だ充分とは云へない。私は「メダカ」を使用して Regnard¹²⁾, Ebbecke⁵⁾⁶⁾ が魚について得た加圧の影響を追試すると共に、その作用機序に関する考察を行ひ、同時に行つた蛙筋の酸素消費量についての実験から筋肉に及ぼす圧作用の影響に就て些か知見を得たので報告する。

尙ほ本実験は 1948 年 12 月より 1949 年 3 月に亘つて行つたものである。

第二章 装置, 材料並びに方法

実験に使用した「メダカ」は当大学附近の小

川にて捕獲した体長約 1.5-1.8cm (体重 0.13-0.20gr.) のものであつて、最初はその体重を考慮することなく手当り次第に高圧ポンベ内で加圧して (E), 対照 (K) と比較した。

「メダカ」の生態に及ぼす影響は、K が死亡しない時間だけ加圧した場合の生死、軀幹の屈曲の有無及び方向、鰓、浮袋の出血、恢復状況等に就て観察した。

次にその酸素消費量 (O₂-Verb.) は水中 O₂ の滴定に使用される Winkler 法によつた。(方法の詳細は Müller¹¹⁾, 佐藤¹³⁾ 参照) 私は予め O₂ を飽和せしめた水道水(「メダカ」の場合)或は等張 (0.65%) リンゲル液(蛙筋の場合)に K, E を一定時間放置した後、その中の O₂ 量を求め最初の O₂ 量との差を以て K, E の O₂-Verb. とし体重宛 (pro gr.) に換算した。Winkler 法に使用する N/100 チオ硫酸ソーダ 1 c.c. は O₂ の 0.08mg (0°C, 760mmHg で 0.056 c.c.) に相当しているの

で、O₂ Verb. の程度を N/100 チオ硫酸ソーダ (cc) を以て表はすことが出来る。

この実験に使用した「メダカ」は飢餓状態で飼育したものであるから、糞、尿の排泄は殆んどない。又「メダカ」の O₂ Verb. は温度の変化によつて大なる影響を受けるのであるが、温度変化の殆んどない冬季を選んだので、その心配もいらない。たゞ、水中に蓄積する CO₂ の影響は無視しえぬのであるが、今は触れぬことにする。

かくして得た O₂ Verb. を pro gr. 体重量に換算して比較する方法は装置の都合上多数の「メダカ」を同時に加圧ポンベに入れることが出来ないので毎回一匹を使用した為に、体重測定の影響が大なばかりでなく、実験後は流動パラフィンが体表面に附着して、益々成績が不正確となることを知つたので、予め同一体重群の「メダカ」を求めて置いて加圧実験を行つた。こうすると O₂ Verb. によつて、加圧の影響を体重の考慮なしに示し得

るわけである。

又 K に使用せるものを E に使用し、(又はその逆) 可及的実験誤差の減少に努めた。

「メダカ」は各回一匹を径約 1 cm で 8 c.c. の水を入れた小試験管中に入れ、加圧後取出してその 5 c.c. について O₂ Verb. の滴定を行つた。

又蛙筋肉としてはその縫匠筋を選定し、冬眠中の蛙を堀出して加温し、活潑なる運動(おでは鳴声を出す様になる迄待つ)をするに至つた后、各回三匹の蛙について、その左右を K, E に分つて O₂ Verb. を求めた。

第三章 成績

1. 加圧の程度及其の持続時間を変化した場合の魚の生態に及ぼす影響 (表 1)

加圧中の生態の変化はポンベの構造上伺うを得ないので、所定時間加圧后速に取出した直後の状況を見ることにした。即ち低い加圧による場合 (60-100 Atm.), 取出した直後に

表 1. 高圧のメダカに及ぼす影響 (各欄中 (+) は当該事項をみとめるもの (-) はみとめないもの: 屈曲の方向は魚の背方よりかんさしたときの屈曲の仕方を示す)

例	加 圧 (Atm.)	加圧時間(分)	生死	軀幹屈曲及方向	鰓出血	浮袋出血	鰓の状況	恢復状況	摘 要	
1	60	5	何れも生	-	-	+	正 常		EはKと差なし	
		10				-				
		15				}				+
		20								
		25								
		30								
2	"	10	生	-	-	卅	同 上		同 上	
		20				卅				
		30				-				
3	100	5	生	-	-	+	同 上		同 上	
		10				+				
		15				±				
		20				卅				
		25				卅				
30	+									
4	150	0	} 生	尾や、屈曲				復水するとすぐ元気になる	同 上	
		5								
		10								
		30								死

5	150	10 20 30	生 瀕死	∪	卅 卅 卅	卅 卅 卅		20', 30' 加圧は4時間及1.5時間後死亡	何れも管底に沈んだまゝ
6	"	5 10 15 20 25 30	生 瀕死 生 瀕死	S ∪ S ∪	卅	十 十 十 十 十	左右不平均 動き悪し	20', 30' 加圧は60', 20' 後は夫々死亡	一般に強直した感あり 体の後半部にこつた様で透明でない
7	"	5 10 15 20 25 30	生 瀕死 生 瀕死 死	∪ S ∪ ∪ ∪	卅	十 十 十 卅 卅 卅	後方に反る	30' 後泳ぎ出す 15' 後正幅に復す 背位のまゝ 3' 後鰓動き出す, 鰭不動	
8	"	10 20 30	生 瀕死 死	- ∪		- 十 卅		5' 後鰓動き出す	口を大に開く
9	200	5 10 15 20 25 30	瀕死 生 瀕死 死	∪ ∪	卅 十 十 十 十 十	卅 十 十 十 十 卅	不 動	鰓開大, 70' 後死亡 60' 後死亡	死せるものは何れも口を開大しあり
10	300	0 10 30	死		卅	卅	強直し開大す		強直著明
11	50 100 150 200 250	0	生 瀕死	- 卅 卅	- 十 卅 卅	卅		間もなく復元す 30' 後復元す	強直著明
12	60 100 150 200 300	10	生 死	- ∪(軽) S		卅		すぐ復元す	Kと差なし
13	50 100 150 200 300	30	生 死	- ∪ ∪ ∪		卅	開大	間もなく復元す	Kと差なし Kと大差なし

は、魚は麻酔状態にある如く管底に沈んでいるが、常水に復すると間もなく鰓、鰭、口の運動を開始し、時と共に活潑に遊泳を行うに

至るのであるが、中にはかゝる時ですら体の屈曲（特に浮袋后端より尾方）を貽した儘のものが見られることがある。

高い圧 (200, 300 気圧) にさらしたものは何れも死亡しているが、この場合著明なことは強直状態にあることである。魚は口を開大し、鰓も開き、体を屈曲しており、その状冷凍魚を思わすものがある。

イ、軀幹の屈曲及びその方向

60 気圧の場合には加圧時間の長さに係らず、屈曲は起していないが、100 気圧では長時間加圧の場合に之を認め、150 気圧以上になると常に屈曲を認める様になる。屈曲は C) S) の三種に大別することが出来、前二種の発現率が大部分を占めるが、圧の強度、持続時間との間に一定の関係を認めることが出来ない。

ロ、鰓、浮袋の出血

60 気圧では鰓の出血は認めないが、浮袋の出血はその大部に認める。100 気圧以上になると毎常出血を認めるが、圧の強度、持続時間との間に一定の関係を認められぬ。

浮袋の出血は大概その後端に於て認められ、稀れには全体に出血していることがある。

ハ、恢復状況

加圧程度の低い場合は復圧後間もなく元気に游泳するが、加圧程度の高い場合には恢復遅く、復圧時瀕死の状態にあるものには、その後死するものと、徐々に恢復に趨くものがある。而して強直状態は一番最后迄賤ることが分つた。

2. 加圧強度及加圧時間による魚の生存圏の変化 (図1)

加圧強度を横軸に、加圧時間を縦軸にとつてこの範圍の加圧による魚の生死を記入してみると、図1に示す如く、あまり高圧 (例之 300 気圧以上) でない限りは、強度が大なる程その生存は持続時間が小なる時のみ可能である。之と反対に或る圧 (例之 50 気圧) 以下では時余の加圧にも耐え得る。即ちある加圧範圍 (50-300 気圧) では圧が高いと生存可能な加圧時間は短く、反対に圧が低いと生存可能な加圧時間は長くなり、計量的には Weiss の刺戟強度-時間曲線と一致はしない

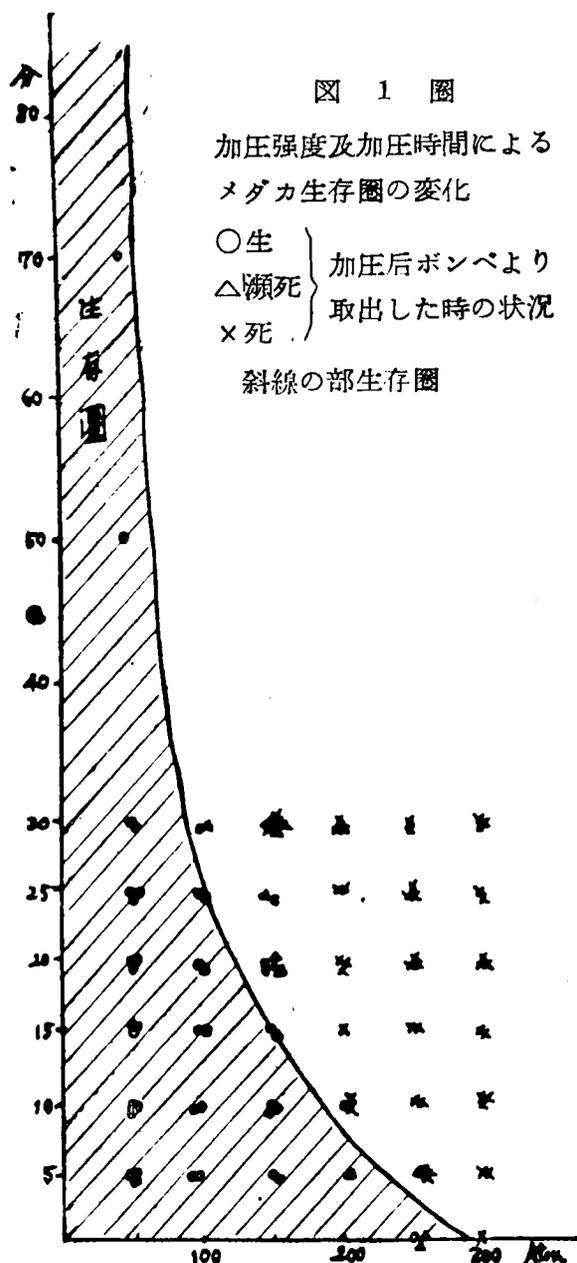


図 1 圈

加圧強度及加圧時間によるメダカ生存圏の変化

○生 } 加圧后ポンベより
△瀕死 } 取出した時の状況
×死 }
斜線の部生存圏

けれども、此は私の実験では加圧強度及時間の区分が電気刺戟の場合程細かく行へない上に「メダカ」の個体差もかなりあることに基くのであるかもしれない。

3. 加圧の程度、持続時間と魚の O₂-Verb. との関係 (表2, 図2)

図及表から分る様に加圧の影響は著しいものがあり、圧の強さに依て若干の相違はあるが、全般の傾向としてKは時間と共に O₂-Verb. が増加 (直線的増加ではなく次第に増加率は減少してくる) するのに対して、Eは圧の持続時間によつて、その O₂-Verb. 総量に於て差異を認めることが出来ない。しかし5分に

表 2. 高圧下に於けるメダカ (0.17gr. 体重群) の O₂ 消費総量

例	室温 °C	水温 °C	加圧 (気圧)	N c.c.	加圧 時間 (分)	酸素消費量 ($\frac{N}{100}$ チオ硫酸ソーダ滴定量 c.c. にて表す)					150Atm. K に対し $\frac{N-E}{N-K}$ だけ 補正した値
						E	N-E	K	N-K	N-E/N-K	
1	11.0	11.0	60	0.945	5	0.843	0.102	0.859	0.086	1.21	0.145
					10	0.839	0.106	0.813	0.132	0.84	0.137
					15	0.835	0.110	0.780	0.165	0.67	0.135
					20	0.838	0.107	0.745	0.200	0.53	0.122
					25	0.833	0.112	0.717	0.228	0.49	0.129
					30	0.838	0.107	0.693	0.252	0.42	0.120
2	11.0	10.5	100	1.032	5	0.882	0.150	0.917	0.115	1.30	0.156
					10	0.890	0.142	0.867	0.165	0.86	0.149
					15	0.882	0.150	0.841	0.191	0.79	0.159
					20	0.882	0.150	0.808	0.224	0.67	0.153
					25	0.870	0.162	0.779	0.253	0.64	0.168
					30	0.880	0.152	0.759	0.273	0.56	0.157
3	12.0	10.5	150	0.933	5	0.748	0.185	0.813	0.120	1.54	0.185
					10	0.758	0.175	0.760	0.173	1.01	0.175
					15	0.765	0.168	0.730	0.203	0.83	0.168
					20	0.772	0.161	0.705	0.228	0.71	0.161
					25	0.760	0.173	0.670	0.263	0.66	0.173
					30	0.767	0.166	0.650	0.283	0.59	0.166
4	11.0	11.0	200	1.009	5	0.911	0.098	0.950	0.059	1.67	0.200
					10	0.899	0.110	0.906	0.103	1.07	0.185
					15	0.883	0.126	0.866	0.143	0.89	0.180
					20	0.872	0.137	0.833	0.176	0.77	0.175
					25	0.865	0.144	0.804	0.205	0.71	0.185
					30	0.862	0.147	0.776	0.233	0.63	0.179
5	12.0	11.5	300	0.979	5	0.850	0.129	0.899	0.080	1.62	0.194
					10	0.845	0.134	0.853	0.126	1.04	0.179
					15	0.842	0.137	0.815	0.164	0.84	0.170
					20	0.835	0.144	0.784	0.195	0.74	0.169
					25	0.830	0.149	0.758	0.221	0.67	0.177
					30	0.831	0.148	0.732	0.247	0.60	0.170

- 備考 1. N は O₂ を飽和せる水道水 8c.c. 中 5c.c. 中の O₂ 量 ($\frac{N}{100}$ チオ硫酸ソーダ c.c. にて表す)
 E, K は「メダカ」を入れた水道水 8c.c. 中 5c.c. の O₂ 残量にして, N-E, N-K は「メダカ」(0.17gr.) の加圧時間中の O₂ 消費総量
 2. $\frac{N}{100}$ チオ硫酸ソーダのファクターは 0.75 とす
 3. 最終欄は 150Atm. の K 値 (各分) に各 Atm. の $\frac{N-E}{N-K}$ を乗じた値である

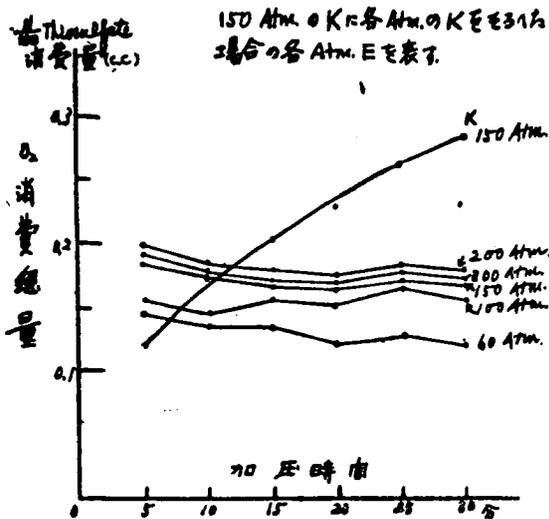
於ける O₂-Verb. を比べると, E は何れも K を上廻っている

本実験は 0.17 gr. 体重群の場合であるが, その他の体重群の場合も略々之と同一傾向をとる.

こゝで加圧時間 5 分の O₂-Verb. という意味は, 魚を水道水に入れた後 5 分間の加圧を終へて, 復圧後魚をその水より取り出す迄に消費した O₂ の総消費量を意味している.

上述の如く 200, 300 気圧では大部分の魚

第2図 高压下に於けるメダカ(0.07gr)の O₂ 消費総量 (N/100-Thiosulfate c.c. を以て示す)



が死に、150 気圧では加圧時間により生死を異にし、又 100, 60 気圧では常に死なないにも拘らず、これらの O₂-Verb. に大差を認めることが出来ぬのは、少くとも加圧中は魚はたとへ死なないときでも水中の O₂ を殆んど(或は全く)攝取せず、外見上仮死の状態にあることを推測せしむるわけである。そして 60 気圧で既にこの状態に陥入るものと考へられる。

そこで翻つて生物にかくの如く作用する圧が別出せる筋標本に如何に作用するかを見る為に次の実験を行つた

4. 加圧の程度及持続時間を変化した場合の蛙縫匠筋の O₂-Verb. (表3, 図3)

表及図から分る如く、蛙筋肉は上述の「メ

表 3. 蛙縫匠筋の高压による酸素消費量

例	1949 日/月	室温 °C	水温 °C	加圧 (1時間) Atm.	加圧前重量 (gr.)		酸素消費量 (N/100 チオ硫酸ソーダ滴定量 cc にて表す)						E/K	
					E	K	N	E	N-E	N-E/gr.	K	N-K		N-K/gr.
1	14/2	12.8	12.7	300	0.28	0.25	0.863	0.707	0.156	0.557	0.840	0.023	0.092	6.0
2	15	10.9	10.5	//	0.29	0.31	0.825	0.762	0.063	0.217	0.776	0.049	0.156	1.4
3	16	11.5	11.2	//	0.28	0.265	0.950	0.890	0.060	0.214	0.924	0.026	0.099	2.2
4	19	13.5	12.8	//	0.22	0.23	0.765	0.656	0.109	0.495	0.738	0.027	0.117	4.2
									平均	0.371		平均	0.116	3.45
5	18	12.6	12.5	200	0.295	0.255	0.770	0.734	0.036	0.122	0.737	0.033	0.130	0.94
6	18	12.8	12.4	//	0.24	0.24	0.830	0.788	0.042	0.175	0.792	0.038	0.158	1.1
7	21	13.4	12.9	//	0.23	0.24	0.843	0.795	0.048	0.208	0.814	0.029	0.120	1.7
8	22	12.1	11.8	//	0.22	0.20	0.785	0.744	0.041	0.186	0.757	0.028	0.140	1.3
9	22	12.1	11.8	//	0.21	0.22	0.790	0.720	0.070	0.333	0.7515	0.0385	0.175	1.9
									平均	0.205		平均	0.145	1.38
10	24	13.2	12.0	100	0.16	0.17	0.881	0.854	0.027	0.168	0.857	0.024	0.141	1.2
11	28	13.5	13.5	//	0.27	0.29	1.070	1.050	0.020	0.080	1.040	0.030	0.103	0.8
									平均	0.124		平均	0.122	1.0
12	1/3	12.0	11.5	100	0.16	0.165	0.880	0.769	0.111	0.694	0.728	0.152	0.921	0.75
13	3	11.0	11.3	//	0.15	0.16	0.838	0.690	0.148	0.987	0.662	0.176	1.100	0.89
									平均	0.845		平均	1.011	0.82

1. E, K 共蛙縫匠筋 3 匹分の左右とす

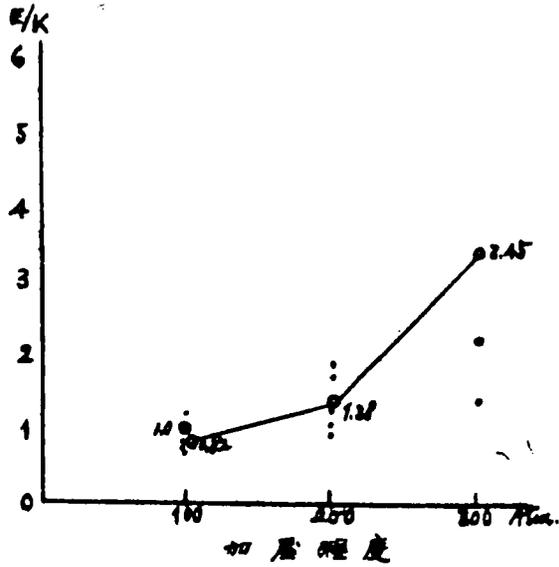
2. 等張リンゲル液 8cc 中に筋をつけ実験後その 5cc について滴定を行う

3. $\frac{N}{100}$ チオ硫酸ソーダのファクターは 0.75 とす

4. N は等張リンゲル液 5cc 中に飽和状態に存する O₂ 量 ($\frac{N}{100}$ チオ硫酸ソーダにて表す)

$\left. \begin{matrix} N-E/gr. \\ N-K/gr. \end{matrix} \right\}$ は筋 1 瓦についての O₂ 量 ($\frac{N}{100}$ チオ硫酸ソーダにて表す) を示す

図3 蛙縫匠筋の加圧程度とそのO₂消費量



「ダカ」の場合と異なり、加圧の程度によつてその O₂-Verb. に可成りの差を認めることが出来る。即ち 100 気圧 E/K を 1 とすると、200

気圧は 1.38, 300 気圧は 3.45 となる。

5. 加圧による筋重量の変化 (表 4)

加圧后、筋の重量の変化を見ると、K に於ける増加よりも、E の方が増加率が著しい。しかし加圧程度の差による違いは大して見られない。

第四章 考 察

一定加圧の持続によつて生物が Scheintod 様の状態に陥ることは、Regnard¹²⁾ 及び Ebbelcke¹³⁾ が有窓加圧用ポンベの使用によつて認めており、その加圧作用は圧の作用した時間と圧の強度とに關係する。この事は Chlopin u. Tamman¹⁴⁾ が細菌に於ても認めている。

さて魚が加圧によつて窒息乃至仮死に陥入つた時の状態は Gobiüs (Gründel), Scholle (Pleüronectes platessa), Seestichling (Spina-

表 4. 蛙縫匠筋の加圧による重量増加率と対照筋との比較

例	加圧(気圧) 1 時間	E		K		増 加 率 (%)		E, K 増 加率の差
		前	後	前	後	E	K	
1	300	0.28	0.30	0.26	0.25	7.1	4.0	3.1
2	〃	0.29	0.355	0.31	0.36	22.4	16.2	6.2
3	〃	0.28	0.28	0.265	0.25	0	-1.9	1.9
4	〃	0.22	0.27	0.23	0.27	22.7	17.4	5.3
							平 均	4.1
5	200	0.295	0.30	0.255	0.260	1.7	2.0	-0.3
6	〃	0.24	0.33	0.24	0.31	37.5	29.2	8.3
7	〃	0.23	0.29	0.24	0.30	26.1	25.0	1.1
8	〃	0.22	0.26	0.20	0.26	-18.2	-18.2	0
9	〃	0.21	0.28	0.22	0.28	33.3	27.3	6.0
							平 均	3.0
10	100	0.16	0.22	0.17	0.23	37.5	35.3	2.2
11	〃	0.27	—	0.29	—	—	—	—
							平 均	2.2
12	100	0.16	0.38	0.165	0.39	137.5	136.1	1.4
13	〃	0.15	0.27	0.16	0.30	80.0	87.5	-7.5
							平 均	-3.0

1. 例の番号は表 3 と同一とす
 2. 重量増加率とは $\frac{(前)-(後)}{(前)} \times 100 = Z$ を以て表はす
 3. E, K 増加率の差とは $Z_E - Z_K$ を示す

obia vulgaris) に就て Ebbecke⁵⁾ が有窓ポンベによつて観察したことゝ、加圧后ポンベから取出した私の所見とは、浮袋の状態を除いては、鰓の開大、口の開大、鰓の充血(出血)、軀幹の屈曲、強直等の所見に於て良く一致しており、表1記載の所見は何れも加圧自体の影響によるものと考へられる。

又圧に対する魚の感受性はその種類によつて異なり、Garnele の様に 200 気圧で影響されるものがあるかと思へば、500-600 気圧にならなければ影響されぬものもあり (Ebbecke⁵⁾)、私の「メダカ」の場合の様に既に 60 気圧という低い圧で著しい障害を受けるものもある。

そして圧の持続の長い程、その後作用が大であることは、私の場合でも恢復状況がおそいことから分る (Ebbecke u. Hasenbring⁷⁾)。

圧による魚のこの Schèintod 様の現象を Ebbecke⁶⁾ は Drucknarkose ととなへ、Chemo-, Elektro-Narkose に似たものと考へて小水生動物(魚、蟹、「ゾウリムシ」、「ヒトデ」)に対する圧の作用機序を説明しようとした。そして Drucknarkose と Chemo-, Elektronarkose との共通点として

1. Dosis を高めると可逆性麻痺から、不可逆麻痺を経て死に至る種々の段階を示すこと。
 2. Dosis が一定ならば、作用時間を増すことにより作用が増強されること。
- を挙げて種々論じている。

上述の加圧後の魚の状況(表1)並びに加圧程度と加圧時間との関係(図1)との二つから考へると、その儘 Ebbecke の Drucknarkose 説に左祖したい様ではあるが、かゝる状態におかれた魚の O₂-Verb. の測定から、加圧されている間殆んど O₂ を攝取していない様子を仔細に観察して見ると、圧作用を一概に麻痺作用とは見做せない様に考へられる。

一体水中で魚が O₂ の攝取を減少したという場合、その原因としては

1. Narkose に陥つた時
2. その他の魚の呼吸機能を拘束する何等かの機序の現れた時

が考へられるのであつて。

1. に就ては Elektronarkose の際魚の O₂-Verb. が著しく減少すること(平田¹⁰⁾)が知られており、加圧の場合に O₂ 攝取が減少していることは、その原因が 1. に在るとも考へられるが、反面5分間加圧の場合にでも加圧程度に相応して、KよりEの方が O₂-Verb. 総量が大であり、この事は加圧によつて O₂ 攝取が促進された感を呈し、又后述の様に蛙筋ではかゝる加圧範囲で O₂-Verb. が増していることから併せ考へても、単に Drucknarkose のみによつては説明されぬ様である。

そこで 2. に関する事項としては、鰓の圧迫、体全体の圧迫による呼吸作用の不十分なること、強直に陥つた魚の呼吸に関与する筋の機能不全等が考へられるが、私の実験では体の強直屈曲が著明に起り、鰓、浮袋にも出血を起している事から、これらの事象による呼吸障害の可能性も大いに考へなければならぬ。

浮袋は気体(主に O₂)を含んでいるから (Baglioni¹¹⁾) 下圧の際には潜函病様症状が現われたり、急に海面に引下げられた深海魚の様に口から浮袋が脱出することも考へられるが、かゝる事は下圧方法の緩急に拘らず認められなかつた。然し元来浮袋は単なる hydrostatische Wirkung だけでなく、Wegener¹⁸⁾ によると呼吸器官、筋緊張器官、循環補助器官であるから、鰓の出血と共に浮袋の出血には何等かの意義があるものと考へられる。

従つて、少くも「メダカ」の場合、単に Narkose だけでなく呼吸機能に関する諸因子に及ぼす圧作用の総合的表現として、或は痙攣に基く呼吸停止の結果でも O₂ 攝取の減少乃至廃止が現われると解される。

生体に対してこの様な O₂-Verb. の状況を生ずる高圧が剔出筋肉に対してどの様な影響を与へるかを見ると、蛙筋の刺戟閾値は 300-400 気圧であるから、それ自身では刺戟作用のない 200 気圧以下に於て、K に比し既に O₂-Verb. が増していることが分つた。他方 Cattell a. Edwards³⁾、Ebbecke⁴⁾、丹原¹⁴⁾によ

ると、かゝる状態の筋肉では電流による被刺戟性が亢進しているといふ。

即ち閾値以下の加圧にさらされた筋肉でもその興奮性は亢まっているのであり、しかも加圧強度の大なる程亢進度が大である。一方筋、神経の興奮性の増強に伴つて筋の O_2 -Verb. の増加 (Hegnauer, Fenn a. Cobb⁹⁾ 並びに CO_2 排泄の増加 (福島⁸⁾) が認められることから、上の如く加圧下に於て O_2 -Verb. の増加の証明されることもうなづける所である。

尙正常蛙筋の O_2 -Verb. は 0.83—1.0c. mm. O_2 /gr. /min. (Verzár¹⁶⁾, Thunberg¹⁵⁾) であるから、私の場合の K の平均値 0.9c. mm. O_2 /gr. /min. とはその Order が一致している。尙加圧筋の O_2 -Verb. は 100 Atm (0.87 c. mm/gr. /min.), 200Atm. (1.44c. mm/gr. /min.), 300Atm. (2.61c. mm/gr. /min.) である。

最後に Regnard¹²⁾ は筋肉への水分の Imbibition が圧作用の原因だとしているが (Vlès¹⁷⁾) E に於ける加圧後の重量増加は成程軽度ながら認められるが、之は興奮性の亢進した為に新陳代謝がたかまり、その結果として生じて来たのかも分らないので、重量増加を圧作用の原因と断定することは出来ない。

第五章 結 論

高圧が「メダカ」及蛙縫匠筋に及ぼす作用

文 献

- 1) Baglioni : Z. f. allg. Physiol. **8**, 1—80, 1908.
- 2) Cattell a. Edwards : Am. J. Physiol. **86**, 371, 1928.
- 3) Chlopin u. Tamman : Z. f. hygiene u. Infektionskrh. 1900.
- 4) Ebbecke : Pflüger's Archiv. **236**, 405, 1935.
- 5) do : ibid. **236**, 648, 1935.
- 6) do : ibid. **238**, 441, 1937.
- 7) Ebbecke u. Hasenbring : Pflüger's Archiv. **236**, 416, 1935.
- 8) 福島 : 岡山医学会誌, 第 54 年, 627 号, 589 頁, 1942.
- 9) Hegnauer, Fenn, a. Cobb : J. of cell. a. comp. Physiol. **4**, 505, 1934.
- 10) 平田 : 岡山医学会誌, 第 48 年, 554 号, 572 頁,

を検したる結果次の成績を得た。

1. 300 気圧迄の加圧によつて「メダカ」が著しい影響を受けることは、その生態の変化、即ち軀幹の強直及屈曲、鰓及び浮袋の出血、鰭の状況、並びに恢復状態から推知出来る。そして一定の加圧範囲 (60—300 気圧) では有効加圧強度は加圧時間の函数である。

2. 60—300 気圧の加圧では、加圧の極く初期は単位時間当りの O_2 -Verb. が増加するが、その直後加圧強度及時間の如何に拘らず加圧中には殆んど (或は全く) O_2 を周りの水中から攝取しておらず、魚は Scheintod の状況に陥入っている。

3. 「メダカ」に及ぼす加圧の作用は簡単に Ebbecke の云ふ Drucknarkose と解し難く、寧ろ Druckkrampf ともいふべき状態の発生を想像せしめる。

4. 蛙の筋肉は閾値以下の加圧の場合、既にその O_2 -Verb. が増加している。この事は此の種圧力下において見られる筋興奮性の増加と関聯していると考へられる。

5. 加圧による筋の重量増加の事実を以て、直ちに圧作用の原因は Imbibition 説の如く、筋肉内への水分の侵入にあるとすることは出来ない。反対にこの重量増加は圧作用の結果現われたものかも知らず、尙将来の研究が必要である。

- 1936.
- 11) Müller : Abderhalden's Handb. d. biol. Arbeitsmeth. **VI**, Teil **10**, 93, 1926.
- 12) Regnard : Recherches expérimentales sur les conditions physiques de la vie dans les eaux, Paris 1891 (Ebbecke : Pflüger's Archiv. **157**, 79, 1914 ヨリ引用)。
- 13) 佐藤 : 岡山医学会誌, 第 53 年, 612 号, 34, 1941.
- 14) 丹原 : 日本生理誌, Vol. **12**, 学 23, 1950.
- 15) Thunberg : Skand. Arch. f. Physiol. **22**, 406, 1909.
- 16) Verzár : Erg. d. Physiol. **15** Jg, 1—101, 1916.
- 17) Vlès : Traité de phy. norm. et path. Tom. **1**, 861, 1933.
- 18) Wegener : Z. f. allg. Physiol. **10**, 249, 1910.