

ドジョウの増殖に関する研究—II

放養密度が生産量に及ぼす影響*

久保田善二郎・松井 魁・白羽根元二

Studies on the Reproduction of the Loach, *Misgurnus
anguillicaudatus* (CANTOR) II

On the Influence of the Loach Population Density upon the
Productivity of Pond

By

Zenziro KUBOTA, Isao MATSUI and Genzi SHIRAHANE

We made the experiments of the loach on the relations of population density to weight-multiplication rate (W), decreasing rate (N) and food quotient (F).

The results are as follows:

- 1) The larger the population density is, the smaller the weight-multiplication rate and individual body weight are. On the contrary, the decreasing rate and food coefficient become higher.
- 2) The relation between population density (X) per 3.31 sq. m (tsubo) and weight-multiplication rate (W) is:

$$W = 33.817X^{-1.0042}$$

- 3) The relation between population density (X) and body weight (Y) at the close of the experiments is:

$$Y = 43.763X^{-0.5879}$$

- 4) The relation between population density (X) and average weight of one loach (Y') is:

$$Y' = 1.790X^{-0.4707}$$

- 5) The relation between population density (X) and food quotient (F) is:

$$F = 0.058X - 2.354$$

- 6) The relation between population density (X) and decreasing rate (N) is:

$$N = 0.063X - 2.209$$

結 言

PEARL と PARKER (1922)^{6) 7)} が *Drosophila* に豊富な餌料と充分な空気を与えた条件下に於いても、一定容積中にあつては、密度の増加に伴つて蕃殖率が減少し、且、平均寿命が短

* 水産講習所研究業績 第240号, 1957年7月25日 受理

縮することを報告して以来、密度効果に就いては、種々の動物に於いて研究が行われて来た。その中、魚類では WILLER と SCHNIGEWBERG (1927) はカワマスの放養密度と斃死率及び成長との関係を明らかにし、川尻 (1928)¹⁾ はベニマスに就いて同様な実験を行い、密度の大きい方が減耗少なく、体重は軽く、密度の多少は全体重から見た増重率には影響の少ないことを明らかにした。寺尾・田中 (1928)¹⁰⁾ はメダカの産卵に及ぼす群居密度の影響に就いて研究し、群居密度 (X) と蕃殖 (Y) との関係は、同氏等がタマジンコで確立した実験式 $Y = ax^b$ で現わされるとした。川尻・畑・村井 (1930)²⁾ は、マスに就いて、放養密度の増大は、産卵数に対して無関係であるが、孵化率を低下させ、増肉率は少数群が多数群よりも効率が勝り、放養密度と魚の個体の成長及び孵化率との関係は、寺尾・田中がタマジンコで示した関係式で表わされるとした。川尻 (1949)⁴⁾ は、ヒメダカに就いて群居密度の増大は、産卵数及び孵化率を減少させる傾向があることを、SWINGLE と SMITH (1950) は、池に放養する尾数と成長度の良否との関係を数種の魚に就いて示した。松井 (1952)⁶⁾ はウナギに就いて、放養密度の増大は増重倍率を低下させ、餌料係数及び減耗率を大きくし、放養密度が増重率に及ぼす限界点は坪当り 100~150 匁で、寧ろ 100 匁に偏するとした。吉原 (1952)¹¹⁾ は、コイの成長に対する池の面積と放養密度の影響に就いて、夏季の増加は、近似的に直線で表わされ、その程度は密度が小さい程、密度が同じときは、尾数の少ない程夫々良好で、面積の影響は、これに比すると二次的に作用するとした。

以上の供試魚と習性上異つた生態を有するドジョウに就いて、同様な実験を試み、本魚の生産機構の基礎研究を行つた結果を報告する。

材料及び方法

供試魚は、実験 A では '54 年 6 月から 7 月、実験 B では '56 年 5 月から 7 月に亘つて、下関市吉見町永田川及びそれに附帯する溝で採捕した稚魚及び同河川産の親魚から川村の方法で人工採苗した稚魚を使用した。

使用した実験池は、コンクリート製で、長さ 190.5cm、幅 92cm、底部は排水口に向つて 4cm 傾斜し、その排水口に隣接して直径 35cm、深さ 6cm の魚溜りを有する水産講習所の実験池を、実験 A では 4 面、実験 B では 5 面を夫々使用した。これ等の各池は、ドジョウの棲息環境に類似させるために、底部に泥土を 5~10cm の厚さに敷き、水深は約 30cm に保つた。換水は取揚時にのみ水道水で行いその他の時期は完全止水とした。

実験期間は、実験 A では '54 年 8 月 6 日から 11 月 13 日迄の 99 日間、又、実験 B では '56 年 7 月 31 日から 10 月 18 日迄の 80 日間である。而してこれ等の期間を実験 A では 5 期、実験 B は 4 期に夫々区分して調査を行つた。

実験方法は、実験 A では産苗を坪当り 60 匁、120 匁、180 匁を、実験 B では同様に 60 匁、120 匁、180 匁、300 匁を各池に放養し、20 日毎に取揚げて測定を行うと共に、増重した量を除去して密度を補正した。対照群は、実験 A では坪当り 30 匁、実験 B では 49.6 匁を夫々放養し、実験群と同時期に取揚げて調査し、密度の補正は行わないで、その儘、再放養した。

投与餌料は、蚕蛹と米糠とを乾燥重量比 2 : 1 の割合に混じて煮沸したものを、練り固めて磁製皿に入れ、実験 A では、その皿を直接池底に設置したが、この方法では魚が摂餌する際に、餌料が皿の外部に散乱し、正確な摂餌量を求めることが出来ないので、実験 B では、その皿は池中に予め用意された直径 23.5cm、深さ 8.5cm の洗面器の底部に安置した。餌料は乾燥餌料に

して、放養魚体重量の1/10量を1日1回、午前中に投与し、その残存餌料は、乾燥器で水分を除去した後、秤量し、摂餌量を求めた。

増重倍率 (W), 減耗率 (N), 餌料係数 (F) は次式に依つて求めた。即ち放養時の重量を w_0 , 尾数を n_0 , 収納時の重量を w_1 , 尾数を n_1 , 飼育期間中の総投餌量を f で表わすと、次の通りである。

$$W = \frac{w_1 - w_0}{w_0}, \quad N = \frac{100(n_0 - n_1)}{n_0}, \quad F = \frac{f}{w_1 - w_0}$$

飼育期間中の週平均水温は、実験A, 第1図, 実験B, 第2図に夫々示した。即ち水温は、実験Aでは、実験開始期30.7°C,

同終了期14.1°Cで、両期間の温度差は16.6°Cで週平均1.2°C宛低下し、その低下の傾向は9月13日迄は緩慢であるが、それ以後では、若干度合を増す。又、実験Bでは、開始期、29.7°C、終了期、19.5°Cで、両期間の温度差は、10.2°C、週平均1°C宛低下している。この低下の傾向は略々一定の割合で行われているが、9月6日前後に若干の温度上昇が認められる。実験期間中の平均水温は実験A, 22.9°C、実験B, 24.8°Cで前者の方が後者よりも1.9°C低温である。これは飼育期間が実験Bよりも実験Aの方が長期に亘つた為で、両実験の水温を同一時期(8月9日~10月14日)に就いて比較すれば、平均水温は実験A, 24.9°C、実験B, 24.3°Cで略々同一である。

実験結果

測定結果は、実験A, 第1表, 実験B, 第2表に夫々示した。

この表から増重倍率 (W), 餌料係数 (F), 減耗率 (N) 及び

1尾の平均体重を求めた(第3, 第4表)。但し実験Aの餌料係数は、前述した様に、投餌方法に缺陷があり、摂餌量の正確性を缺く故省略した。

実験Aの結果

増重倍率は、第I, 第II期では、各群間に於いて顕著な差異が認められ、60♀群が最大、

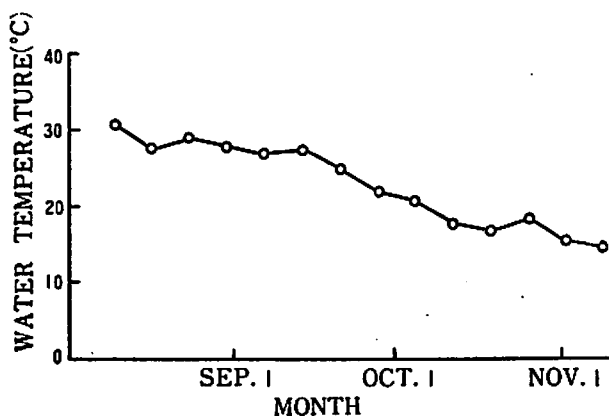


Fig. 1. Variation of water temperature during the period of experiment A.

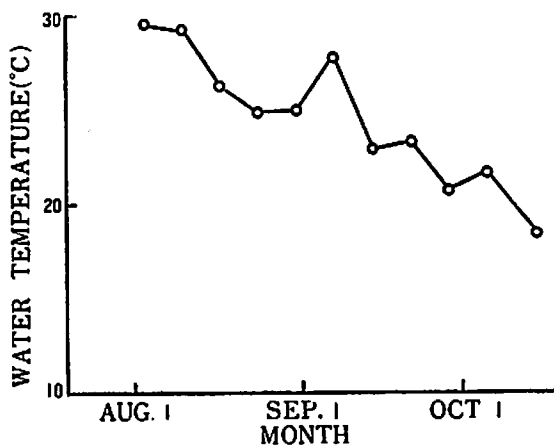


Fig. 2. Variation of water temperature during the period of experiment B.

Table 1. Results of experiment A.

Periods	Amount of cultured loaches per tsubo (g)	Amount of cultured		Catch		Individual body weight (g)		Increase-ment of body weight (g)	Amount of Food (g) (days for feeding)
		Weight (g)	No.	Weight (g)	No.	Releasing time	Catch time		
I (Aug. 6 ~ Aug.25)	60.0	30.0	46	67.0	43	0.65	1.56	37.0	51 (17)
	120.0	60.0	107	106.7	95	0.56	1.12	46.7	102 (17)
	180.0	90.0	164	145.6	147	0.55	0.99	55.6	153 (17)
	30.0	15.0	17	34.5	17	0.88	2.03	19.5	26 (17)
II (Aug.26 ~ Sep.14)	60.0	30.0	19	42.5	17	1.58	2.50	12.5	48 (16)
	120.0	60.0	53	75.2	47	1.13	1.60	15.2	96 (16)
	180.0	90.0	94	109.5	83	0.96	1.32	19.9	144 (16)
	69.0	34.5	17	40.6	17	2.03	2.39	6.1	54 (16)
III (Sep.15 ~ Oct. 4)	60.0	30.7	12	37.4	11	2.50	3.40	7.4	36 (12)
	120.0	60.0	37	79.0	36	1.62	2.19	19.0	72 (12)
	180.0	90.0	68	86.6	61	1.32	1.42	-3.4	108 (12)
	81.2	40.6	17	48.8	17	2.39	2.87	8.2	49 (12)
IV (Oct. 5 ~ Oct.24)	60.0	30.0	9	34.0	9	3.33	3.75	4.0	45 (15)
	120.0	60.0	27	68.7	26	2.22	2.64	8.7	90 (15)
	180.0	90.0	64	106.8	59	1.41	1.81	16.8	135 (15)
	97.6	48.8	17	52.5	17	2.81	3.09	3.7	74 (15)
V (Oct.25 ~ Nov.13)	60.0	30.0	8	29.8	8	3.75	3.73	-0.2	36 (12)
	120.0	60.0	23	61.5	23	2.61	2.67	1.5	72 (12)
	180.0	90.0	50	92.0	50	1.80	1.84	2.0	108 (12)
	105.0	52.5	17	52.7	17	3.09	3.10	0.2	64 (12)

Remarks : 1 tsubo=3.306m²

Table 2. Results of experiment B.

Periods	Amount of cultured loaches per tsubo (g)	Amount of cultured		Catch		Individual body weight (g)		Increase-ment of body weight (g)	Amount of food (g) (days for feeding)
		Weight (g)	No.	Weight (g)	No.	Releasing time	Catch time		
I (July 31 ~ Aug. 19)	60.0	30.0	54	61.4	54	0.56	1.14	31.4	27.8 (15)
	120.0	60.0	99	70.3	80	0.61	0.88	10.3	86.0 (15)
	180.0	90.0	147	139.0	137	0.61	1.01	49.0	124.0 (15)
	300.0	150.0	268	196.5	234	0.56	0.84	46.5	183.2 (15)
	49.6	24.8	79	42.0	76	0.31	0.55	17.2	26.4 (15)
II (Aug. 20 ~ Sep. 8)	60.0	30.0	26	53.0	26	1.38	2.04	23.0	37.0 (18)
	120.0	60.0	67	90.0	67	0.90	1.34	30.0	78.5 (18)
	180.0	90.0	84	106.0	71	1.07	1.49	16.0	104.9 (18)
	300.0	150.0	185	149.0	143	0.81	1.04	-1.0	188.2 (18)
	84.0	42.0	76	60.0	61	0.55	0.98	18.0	60.5 (18)
III (Sep. 9 ~ Sep. 28)	60.0	30.0	14	38.0	14	2.14	2.72	8.0	16.6 (17)
	120.0	60.0	42	77.2	42	1.43	1.84	17.2	49.8 (17)
	180.0	90.0	58	95.0	50	1.55	1.90	5.0	89.6 (17)
	300.0	150.0	144	142.0	107	1.04	1.33	-8.0	166.8 (17)
	120.0	60.0	61	72.7	59	0.98	1.23	12.7	62.4 (17)
IV (Sep. 29 ~ Oct. 18)	60.0	30.0	10	40.5	10	3.00	4.05	10.5	8.6 (16)
	120.0	60.0	29	77.0	29	2.07	2.66	17.0	42.2 (16)
	180.0	90.0	46	102.2	46	1.96	2.22	12.2	74.3 (16)
	300.0	150.0	114	166.0	104	1.32	1.60	16.0	154.3 (16)
	145.4	72.7	59	81.3	55	1.23	1.48	8.6	70.4 (16)

Table 3. Weight-multiplication rate, decreasing rate and average body weight per loach in experiment A.

Population density (g)	Items	Period					Average
		I	II	III	IV	V	
60	W	1.23	0.42	0.25	0.13	0.01	0.41
	N	6.5	5.3	8.3	0.00	0.00	4.0
	Average b. w. (g)	1.56	2.50	3.40	3.78	3.73	2.99
120	W	0.78	0.25	0.32	0.15	0.03	0.30
	N	11.2	11.3	2.7	3.7	0.00	5.8
	Average b. w. (g)	1.12	1.60	2.19	2.64	2.67	2.04
180	W	0.62	0.22	-0.04	0.19	0.02	0.20
	N	10.3	11.7	10.3	7.8	0.00	7.8
	Average b. w. (g)	0.99	1.32	1.42	1.81	1.84	1.48
Unadjusted density	W	1.30	0.18	0.20	0.08	0.00	0.35
	N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Average b. w. (g)	2.03	2.39	2.87	3.09	3.10	2.69

Remarks : W, weight-multiplication rate. N, decreasing rate.

Table 4. Weight-multiplication rate, food quotient, decreasing rate and average body weight per loach in experiment B.

Population density (g)	Items	Period				Average
		I	II	III	IV	
60	W	1.05	0.77	0.27	0.35	0.61
	F	0.89	1.61	2.08	0.82	1.35
	N	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Average b. w. (g)	1.14	2.04	2.14	4.05	2.34
120	W	0.17	0.50	0.29	0.28	0.31
	F	8.35	2.62	2.89	2.48	4.09
	N	19.2	0.0	0.0	0.0	4.8
	Average b. w. (g)	0.88	1.34	1.84	2.66	1.68
180	W	0.54	0.18	0.06	0.14	0.23
	F	2.54	6.55	17.92	6.09	8.28
	N	6.8	15.5	13.8	0.0	9.0
	Average b. w. (g)	1.01	1.49	1.90	2.22	1.66
300	W	0.31	-0.07	-0.05	0.11	0.08
	F	3.94	—	—	9.64	—
	N	12.7	22.7	25.7	8.8	17.5
	Average b. w. (g)	0.84	1.04	1.33	1.60	1.20
Unadjusted density	W	0.69	0.43	0.21	0.12	0.36
	F	1.53	3.30	4.91	8.18	4.48
	N	3.8	19.7	3.3	6.8	8.4
	Average b. w. (g)	0.55	0.98	1.23	1.48	1.06

Remarks : W, weight-multiplication rate. F, food quotient. N, decreasing rate.

180♂が最小で、密度が大きい群程小、小さい群程大である。第 III 期以後では、各群間の差異は小さくなり、実験終了期の第 V 期では殆んど認められない。密度を補正しなかつた対照群の増重倍率は、第 I 期に於いて、他の何れの群よりも大きいが、第 II、第 IV、第 V 期では最も小さく、第 III 期では、60♂及び 120♂の両群よりも小さく、180群よりも大きい値を夫々示した。各群の増重倍率は、実験初期に於いて大きく、飼育日数の増加に伴つて減少する傾向がある。

個体の平均体重は、期間の推移に伴つて、群間の差異が増大し、実験群の中では、各期間共、60♂が最大、180♂群が最小で、放養密度が大きい群程小さい。対照群の平均体重は、第 I 期では、各群中、最大であるが、放養密度が 81♂に達した第 II 期には、60群と略々一致し、第 III 期以後では 60♂群よりも小さく、120群よりも大である。

減耗率は、第 I 期の 120♂群と 180♂群、第 II 期の 60♂群と 120♂群の様な例外もあるが、一般に、密度の大きい群程大、小さい群程小である。対照群の減耗は皆無であつた。

実験 B の結果

増重倍率は、各時期に於いて相当な差異がある。即ち、第 I 期では、120♂群を除いて、各群共、各期間の中で最大値を示し、それ以後第 III 期にかけて急激に減少し、第 IV 期では、第 III 期と比較して、若干大きいか、又は同程度の値を示し、全般的には、実験 A の場合と同様に、飼育日数の増加に伴つて、増重倍率が減少する傾向がある。放養密度と増重倍率との関係は、第 I 期に於ける 120♂群の様な例外もあるが、各時期共、密度の小さい群程大きく、大きい群程小さい値を示す。第 I 期に於ける 120♂群が例外的に最小値を示したのは、他発的事故により、全長約 10cm のフナが 3 尾混入していた事によるもので、これ等を除去した第 II 期では、60♂群に次ぐ大きい値を示した。対照群の増重倍率は、第 I 期に於いて 60♂群より小さく他の 3 群よりは大きい、それ以後漸時減少し、第 II、第 III 期では 60♂及び 120♂群よりも小、180♂及び 300♂群よりも大で、第 V 期では群間中で最小の値を示した。

個体の平均体重は、第 III 期迄 60♂群が最大、続いて 180♂群、120♂群、300♂群の順位で

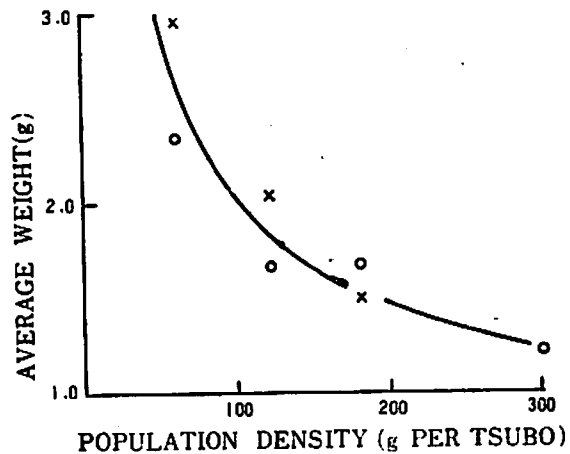


Fig. 3. Relation between the population density and the weight-multiplication rate.
x ; exp. A : o ; exp. B.

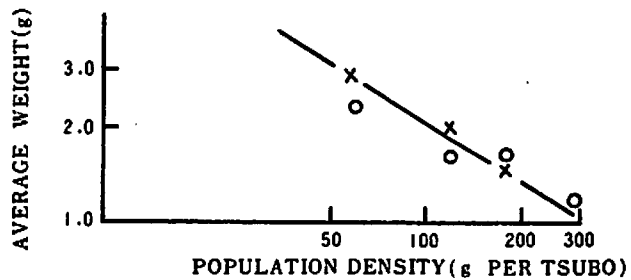


Fig. 4. Relation between the population density and the weight-multiplication rate.
x ; exp. A : o ; exp. B.

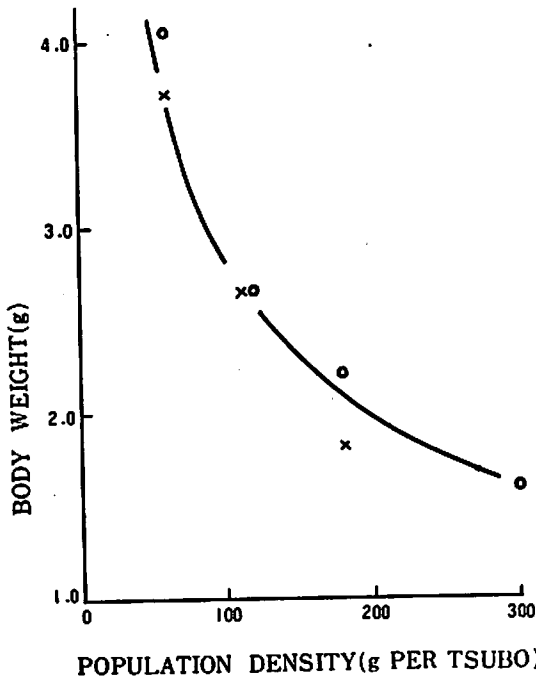


Fig. 5. Relation between the population density and the body weight at the close of experiment. x ; exp. A : o ; exp. B.

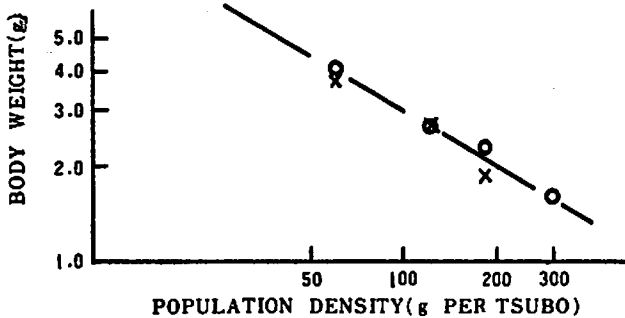


Fig. 6. Relation between the population density and the body weight at the close of experiment. x ; exp. A : o ; exp. B.

第8図)。

放養密度と餌料係数及び減耗率との関係は、夫々直線となり(第9、第10図)、従つて両者の関係は、 $Y=ax$ の式で表される。

餌料係数をF、減耗率をN、放養密度をXとし、夫々の係数aを求めると次式が成立する。

即ち $F=0.058X-2.354$

$N=0.063X-2.209$ で表わされる。

あるが、第V期には120g群が180g群の上位になり、密度が小さい群程大、大きい群程小である。対照群の平均体重は、全期間を通じて各群よりも小さい。

減耗率は、1.2の例外を除いて、放養密度の大きい群程大、密度が小さい群程小で、各期間の減耗率の平均値は60g群、0%、120g群、4.8%、180g群、9.0%、300g群、17.5%である。

餌料係数は、第I期の120g群のみは例外であるが、各期間共、放養密度の小さい群程小さく、大きい群程大きい値を示している。この事実は、対照群にも適合し、飼育日数の増加による放養密度の増大に伴つて、係数値も大きくなる。

実験A及び実験Bの総括

実験A及びBの放養密度(X)と各期の増重倍率の平均値(W)との関係は、曲線で示され(第3図)、更に両者の対数をとれば直線となり(第4図)、 $W=ax^b$ の実験式が成立し、係数a及びbの値を求めると

$$W=33.817X^{-1.0042}$$

となる。

同様にして、放養密度(X)と実験終了時の体重(Y)との関係は

$$Y=43.763X^{-0.5879}$$

となり(第5、第6図)、放養密度(X)と個体の平均体重(Y')との関係は

$$Y'=1.790X^{-0.4707}$$

の関係式が夫々成立する(第7、

考 察

実験AとBとを、夫々に共通した放養密度群、即ち60g、120g、180gの各群に就いて、実験成績を比較すれば、増重倍率は、60g群に於いて実験A、0.41に対して、実験B、0.61、同様にして120g群、0.30に対して0.31、180g、0.20に対して0.23で、実験Bの方が良好なる成績を示し、減耗率では60g群、4.0に対して0.0、120g群、5.8に対して4.8、180g群、7.8に対して、9.0、そして平均体重では、60g群、2.99に対して2.34、120g群、2.04に対して1.68、180g群、1.48に対して1.66で、両実験間の値は若干相異なる。この原因は実験年度を異にする為の気象、増殖技術、種苗等を異にする為と考えられる。増重倍率は飼育日数の増加に伴って減少する傾向があるが、これは主として前報告で述べた成長段階に於ける成長率の差異

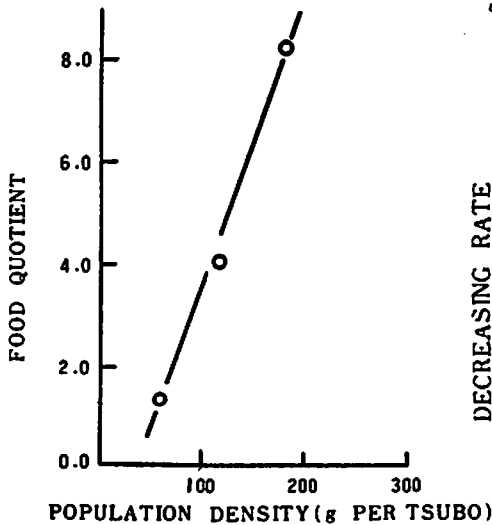


Fig. 9. Relation between the population density and the food quotient.

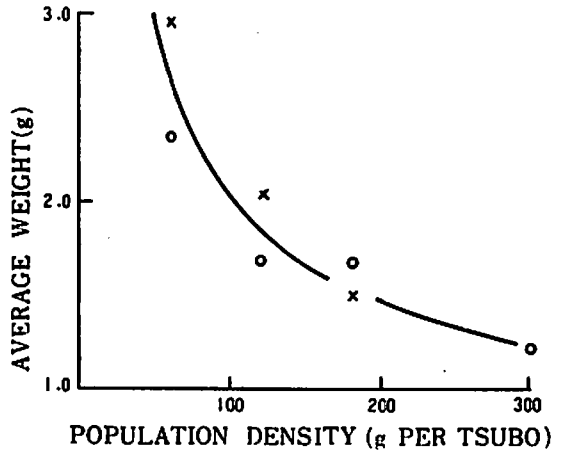


Fig. 7. Relation between the population density and the average body weight.

x ; exp. A : o ; exp. B.

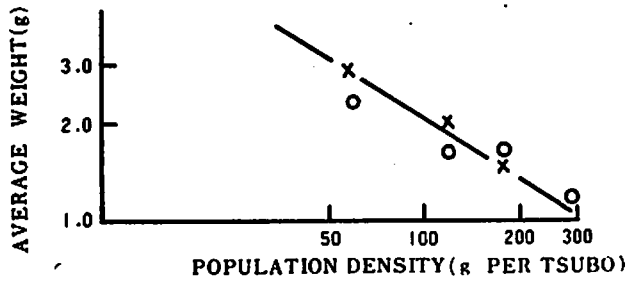


Fig. 8. Relation between the population density and the average body weight.

x ; exp. A : o ; exp. B.

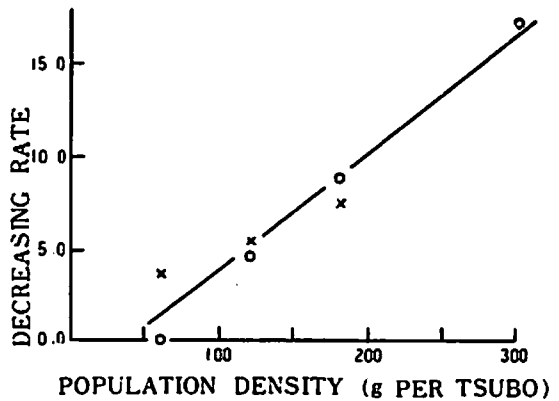


Fig. 10. Relation between the population density and the decreasing rate.

x ; exp. A : o ; exp. B.

に基づくものであろう。

対照群は、同程度の密度を有する実験群と比較して、両実験共に、増重倍率は劣る成績を示したが、この原因は、調査時に於ける操作上の不備によるものか、又は密度を補正することが刺戟となつて、対照群よりも実験群の成長が促進されたとも考えられるが、更に検討を要する点であらう。

実験Bの平均体重に於いて、対照群は全期間を通じて、各群中、最小の値を示したが、これは、放養時の体重が実験群よりも0.25~0.30g軽く、前報告で述べた様に、同一密度に放養した場合、個体の増重量は、体重の重い群程大きいことによるものであろう。

実験Bに於ける60g群の餌料係数は、第I及び第IV期で、夫々1以下の値を示し、摂餌量よりも増肉量の方が大きいことを現わしている。この事実は、田中(1948)⁴⁾が報告した如く、魚が池中に発生した天然餌料を捕食したことを意味する。而してこれ等の餌料生物も又、密度の影響を受けて蕃殖すると思われる故、同一条件である各池の天然餌料の量は、略々一定とみなされ、従つて養魚の密度の小さい群程、体重当りのその量は大きくなり、これ等の捕食量の多少は、魚の増重及び餌料係数に、かなりの影響を与えることが考えられる。

川尻(1928)¹⁾、川尻・畑・村井(1930)²⁾、川尻・畑(1935)³⁾はベニマス及びカワマスに於いて、放養密度が大きい方が減耗少なく、平均体重軽く、且、生産量に関して影響が少いとした。又松井(1952)⁵⁾は、ウナギに於いて密度が大きい程、増重倍率、平均体重は小さく、餌料係数及び減耗率は大きいことを報告した。これ等の報告と本実験結果とを比較すれば、前者の各研究結果とは平均体重に就いてのみ一致し、減耗及び生産量に関しては、全く相反し、又、後者の結果とは、総の点に関して一致する。この原因は、松井(1952)⁵⁾が指摘した様に、飼育方法がマス類とドジョウ及びウナギとは異り、前者は流水性に対して後者は止水性であつて、養成方法の差異に基いて、放養密度の影響が異なるためと考えられる。

摘 要

1) 放養密度が大きい程、増重倍率、実験終了時の体重、平均体重は夫々小さく、餌料係数及び減耗率の値は大きい。

2) 放養密度(X)と増重倍率(W)との関係は

$$W = 33.817X^{-1.0042}$$

の実験式で表わされる。

3) 放養密度(X)と実験終了時の体重(Y)との関係は

$$Y = 43.763X^{-0.5879}$$

の式で表わされる。

4) 放養密度(X)と平均体重(Y')との関係は

$$Y' = 1.790X^{-0.4707}$$

の式で表わされる。

5) 放養密度(X)と餌料係数(F)との関係は

$$F = 0.058X^{-2.354}$$

の式で表わされる。

6) 放養密度(X)と減耗率(N)との関係は

$$N = 0.063X^{-2.209}$$

の式で表わされる。

参 考 文 献

- 1) 川尻 稔：1928. 養魚密度の研究 (1). 放養密度が歩止り及成長度に及ぼす影響. 水産講習所試験報告, 24 (1).
- 2) 川尻稔・畑久三・村井繁：1930. 放養家庭の多少が鰻の成長, 減耗, 産卵, 孵化等に及ぼす影響. 水産研究誌, 25 (11), 289—293.
- 3) 川尻稔・畑久三：1935. 鰻の放養尾数の多少が成長, 減耗, 産卵, 孵化等に及ぼす影響. 水産試験場調査資料, 第2号.
- 4) 川尻 稔：1949. ヒメダカの繁殖率に及ぼす群居密度の影響. 日水誌, 15 (4), 166—172.
- 5) 松井 魁：1952. 日本産鰻の形態. 生態並びに養成に関する研究. 本報告, 2 (2), 152—167.
- 6) PEARL, R. and PARKER, S. L. 1922. On the Influence of Density of Population upon the Rate of Reproduction in *Drosophila*. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, (8), 212—219.
- 7) —————. 1922. Experimental Studies on the Duration of Life.—IV. Data on the Influence of density of population on Duration of Life in *Drosophila*. *Amer. Nat.*, (56), 312—321.
- 8) 田中小治郎：1948. 鰻養魚人工餌料蛹の間接餌料係数について. 香川県水産試験場試験報告, (2), 9—18.
- 9) TERAO, A. and TANAKA, T. 1928. Influence of Density of population upon the Rate of Reproduction in the Water-flea, *Moina macrocopa strauss*. *Proc. Imp. Acad.*, IV (9), 556—558.
- 10) —————. 1928. Influence of Density of Population upon the Egg-laying in the Fish, *Oryzias latipes* (Temminck et Schlegel). *Proc. Imp. Acad.* IV (9), 559—560.
- 11) 吉原 友吉：1952. コイの成長に対する池の面積と放養密度の影響. 個体群生態学の研究—I, 応用昆虫論文集, 122—135.