

ドジョウの生態に関する研究— I.

生態的分布*

久保田善二郎

Ecology of the Japanese Loach, *Misgurnus
anguillicaudatus* (CANTOR)— I.
Ecological Distribution*

By

Zenziro KUBOTA

There is few reports on the ecological distribution of this fish, except for the distribution during the hibernation investigated by UCHIDA (1939) and the influence of pH on the survival rate shown by TANAKA (1947) or any short descriptions, although the geographical distribution was already clarified by many authors. Therefore, it is indispensable to clarifying the ecological distribution and habits of this fish as the foundation study in many practical problems such as saving the effort to capture, finding out the suitable habitats for culturing, planning the culturing pond, giving foods, finding out the methods of spraying the insecticide for the purpose of confirming the damage of this fish as small as possible or setting the most effective area for the conservation of the spawners.

From these standpoints, the author examined on the distribution and habitats of this fish in the river, in the culturing pond and in the paddy field, during the period from July 1952 to Oct. 1956. And the obtained results were illustrated in the below.

1) In the River Nagata, the loach is distributed in the middle or down stream of the river, and is especially abundant in the muddy bottom of the branches from the down stream.

2) The four species of fishes, *Carassius auratus*, *Olyzias latipes*, *Mogurnda obscura* and *Chaenogobius urotaenia*, live in the River Nagata together with the loach.

3) The loach in the river migrates to upstream in rainy season for the purpose

* 水産講習所研究業績 第333号, 1961年6月26日 受理.
Contribution from the Shimonoseki College of Fisheries, No. 333.
Received June 26, 1961.

of spawning, while in autumn it goes down for the purpose of self-conservation. And the swimming up is thought to be induced by the flood due to rain-fall, while going down is by the dearth of water due to the drying up of the paddy fields.

4) The loach burrows into mud in winter. Usually a pit is occupied by an individual, but occasionally a group of many fishes is found in the mud in the dried place. This is thought to be one of the method to adapt the dried environment to tolerate the drying of the body.

5) The tails of the most of the hibernating individuals burrow into the mud deeper than the heads, next there comes the individuals burrowing horizontally, and very few of the burrowing depth of the tail of the individuals is shallower than that of the head.

6) No significant difference in population density is found between the loach burrowing into the sunny place and that into the shaded one in winter.

7) The dense burrowing population is found in the deeper water than in any other place in the course of the river in winter.

8) The dense burrowing population of loach can be found in the deeper muddy bottom in winter.

9) The larger the individual is, the deeper it burrows into layer.

10) When the mud at 10 cm deep attains to the temperature higher than 13°C, the hibernating loach is awaked and swims into the water from mud.

11) In summer, denser population is found in the shaded place than in the sunny one; and even if the feeding place is set on the sunny place, the loach is distributed more densely in the shaded place.

12) When it is cloudy, the loach is distributed densely around the feeding place.

13) When it is rain, the loach cultured in the experimental pond swims actively along the side-wall rather frequently anticlockwise.

14) In the winter season, the loach in the culturing pond assembles in and around the pit.

15) The loach in the paddy field is distributed densely along the side-wall near the flooding channel, and nothing is found to swim near the draining channel.

16) The habitat in paddy field of loach longer than 70 mm in body length differs from that of the individuals shorter than it. And this is thought to be resulted from the difference in food habit between these groups.

ま え が き

ドジョウの地理的分布については、GÜNTHER (1863), 石川と松浦 (1897), BERG (1907), 岡田と木場 (1928, '36 a・b), 半田と荒木 (1930), 森と内田 (1934), 上野 (1935), VLADYKOV (1935), 岡田と内田および松原 (1935), 丹羽 (1936), 岡田と池田 (1938), 岡田と松原 (1938), 内田 (1939), 宮地 (1940), 大島 (1940), 原田 (1943), 添田 (1943), 瀧原 (1950), 末広 (1947), 岡田と中村 (1950), CHEN (1951), 青柳 (1957) などの多くの記載があり, これらを総括すると, ドジョウは樺太および千島には産しないが,

北海道*, 本州, 四国, 九州, 奄美大島, 沖縄島, 朝鮮, 中国 (沿海州, 黒龍江水域から南支までの各地), 台湾, 海南島およびインドにわたるきわめて広い範囲に分布することになる。一方, その生態的分布については, 阿部 (1935), 犬飼 (1938), 内田 (1939), 大島 (1940), 田中 (1947), 谷本 (1948), 江口と疋田 (1952), 藤田と久保田 (1952) および青柳 (1957) などの研究報告または記載がある。しかしこれらのうち, 内田が冬眠の状態などに触れてやや詳細に, また田中は魚体に及ぼす塩基性土壌の影響について詳細にそれぞれ記述した以外は, 簡単な記載にすぎず, これに関する一連の研究はまだ行なわれていない。

本魚の生態的分布や習性を知ることは, その採捕, 種苗の放養, 養魚池の設計, 投餌, 水田における農薬の撤布および親魚の保護区域の設定などを行なう上に重要である。このような見地から, 著者は1952年7月から1956年10月にわたる間, 河川, 養魚池ならびに水田において本魚の分布と生息環境との関係をしらべた。

本文に入るに先立ち, 御校閲を賜った京都大学教授松原喜代松博士ならびに終始御指導を仰いだ本所教授松井魁博士に感謝の意を表す。

実験の材料および方法

河川における分布: 魚類の分布を1河川について調査するには, かなり大きい水系を選ぶことが望ましいが, それには多くの経費と年月とを要し, 現実の状態では完全な究明を行なうことは非常に困難である。このような立場から, 著者は小河川である下関市吉見町の永田川を選んだ。まず, 永田川の高低・巾・水深・底質などの測量および調査を1952年夏に実施し, それらの結果をもとにして, この川を河川形態的立場から6区域に区分した。生物相の研究は, これらの各環境区分について生息している魚類と甲殻類の種類およびそれらの量などをしらべたが, とりわけ, ドジョウと他の生物との相互関係を究明するために, ドジョウが秋季に移動を行なうと思われる1952年10月1日, 10月17日, 11月18日および1956年10月27日の4回にわたって調査を行なった。その調査にあたっては, 下流 (永田橋) から最上流点まで歩いて, 川の各形態区分につき延120分間, 6本撚り, 25番手の網地で作った長さ108 cm, 巾68 cm, 高さ43 cmで, 後方に袋網のある四手網 (第1図) を使用して, 生物を採捕することにつとめた。捕獲した生物は10%ホルマリン溶液に固定後, 川の各区域別に種類および尾数ならびに魚体重量をしらべた。

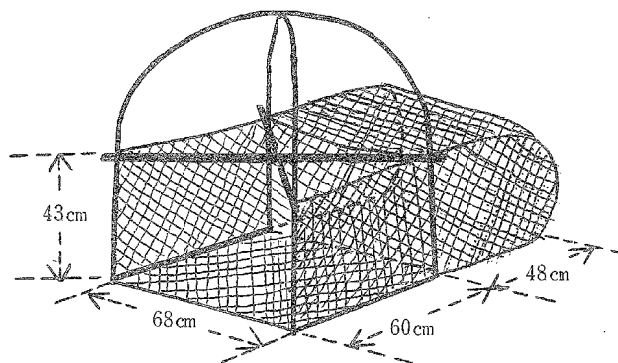


Fig. 1. A sketch of the scaffold net used in collecting the samples in the present study.

ドジョウの季節的分布についての研究のうち, 夏季についての研究は, 1952年7月下旬以後と1953年7月

* 天然分布か移殖したものは明らかでない。

初旬以前にわたっている。調査方法は、各月の上旬に1~2回、昼夜間別（昼間—8時から18時まで、夜間—18時から翌日の8時まで）に長さ30 cm、直径9 cm、漏斗部の口径2 cmの竹製の筥（第2図）に誘引餌料として、煮沸した蚕蛹と煎米糠とを混合し、泥で練り固めて直径が約3~4 cmの団子にしたものを入れ、それらを永田川の上流から下流におよぶ13の定点（第3図）に各1個あて設置し、それぞれの採捕尾数から魚の分布状態を推定した。

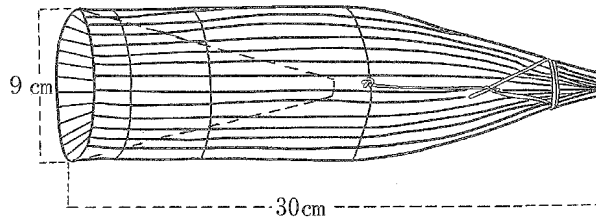


Fig. 2. A sketch of the trap, what is called "Sen", "Mondori" etc., used in collecting the samples in the present study.

また、冬季の分布についての調査は、1954年11月下旬から1955年2月下旬にわたり行なった。その調査方法は、環境の異った数区域を選定し、水または氷を排除した後、一定面積の底部の泥を鉄および手で掘りおこしてドジョウを採捕し、それらの尾数から単一面積当りの生息密度を求め、環境別に比較検討した。

比較方法は、t分布表から $n = M - 1$ 、 $\alpha = 0.05$ に相当する t の値を求め

$$\bar{x} - t\alpha\sqrt{\frac{\mu}{M}} < m < \bar{x} + t\alpha\sqrt{\frac{\mu}{M}}$$

同様にして

$$\bar{y} - t\alpha\sqrt{\frac{v}{N}} < n < \bar{y} + t\alpha\sqrt{\frac{v}{N}}$$

を計算し、両者の差異を検定した。

養魚池における分布：実験は、夏季については1954年8月および9月に、また冬季については1954年11月から1955年2月にかけて、それぞれ水産講習所の養魚池で実施した。供試池は、コンクリート製で、長さ190.5 cm、巾92 cmの長方形で、その縦軸の方向は南北を指している。側壁の高さは63 cm、底部は注水口より排水口に向かって約4 cm傾斜し、排水口に隣接して直径35 cm、深さ6 cmの魚溜りがあり、泥土を約5~10 cmの厚さにしき、水深は約30 cmに保ち、完全止水とした。

夏季における実験方法は、約1カ月間供試池で飼育し、十分に池の様子に馴れた体重1.3~2.5 gの0才魚を1号池には88尾、2号池には50尾、3号池には18尾を、それぞれ再放養し、数日後糸で池の縦を4等分、横を3等分して12区画をつくり、その各区画に上述した河川の夏季における実験と同じ方法で、筥を1個あて設置した。その後1時間してから筥を取掲げて、おのおの採捕した尾数を算定し、それをもとにして、魚の分布状態と天候および餌場との関係を究明した。

冬季における実験方法は、まず1954年11月13日に池の底部にしかれた泥の表面を水平にし、池の部分によって泥の厚さが異なるようにした。つまり、泥の厚さは注水口側では薄く、約4~5 cm、またその反対側にある排水口、とくに魚溜りでは厚く約10 cmであった。次に0才魚を1号池には50尾、2号池には23尾、そして3号池には8尾を放養し、無投餌のまま放置した。その後1955年2月3日に池水を排除してから、糸で池を縦に6等分、横に4等分して24区画をつくり、手で泥を掘りおこして各区画における魚の生息尾数を調査した。

一毛作田における分布：第1実験は1955年4月13日、第2実験は4月14日~15日、第3実験は4月14日に下関市綾羅木町南部の山麓附近にある一毛作田で、それぞれ実施した。実験日の天候は、第1実験では晴天、

第2実験では豪雨、そして第3実験では曇りであった。供試水田は、第1と第2実験は同一で、縦（南北）20 m、横（東西）13 m、面積 260 m²、また第3実験では、縦（東西）36 m、横（南北）15.5 m、面積 558 m²である。

実験方法は、各実験とも、水田の南北を4等分（各区間を北から南へA……Dとする）、東西を5等分（各区間を東から西へI……Vとする）して20区画（各区画をA I、A II……D IV、D Vと以下呼称する）をつくり、上述の河川や養魚池の場合と同じ方法で、各区画に1個あて笊を設置した。設置時間は、第1実験では11時30分から14時30分までの3時間、第2実験では19時から翌日の8時までの13時間、第3実験では12時30分から15時までの2時間30分間である。実験終了後は、各区画別に捕獲魚の尾数および体長をしらべ、それらの結果から魚の分布状態を推定した。

実験結果

A. 河川における分布

a. 永田川の形状および生物相

I. 永田川の形状

永田川は、山口県下関市吉見町上永田郷の1小溜池に源を発し、途中で石神堤から流出する支流と合し、永田の水田地帯を南北に縦走し、下流域で2・3の支流を合わせて吉見湾にそそぐ、長さ3,800 mの小河川である。これらの無名の支流は、記述の便宜上、A・B・C・D・E・F川とそれぞれ呼称する（第3図）。川の断面形状について述べると、水源池は標高44 mで、それより急傾斜をなし、水源池から約300 mの国道交叉点をわずかに過ぎた地点から約400 mの間は、傾斜がいったん緩やかとなるが、石神堤の西方では再び急傾斜となり、2・3の小滝を有する溪流をなす。同溜池から流出するE川との合流点より大川橋までは、やや緩やかな傾斜を示すが、同橋は標高4 m程度で、それより河口までの1,360 m間はほぼ水平で、そのうち永田橋から下流の約400 mの間は海水の影響を受ける。出水前の川巾および水深は、水源池からF川との合流点附近までは狭く、しかも浅いが、石神堤西方では断続的な淵を形成し、その部分では川巾は3~4 m、水深は1 mを越える。E川との合流点から下流では、前記の地域に比較して川巾および水深は変異が小さく、漸次増加の傾向を示す（第4図）。

可児（1952）の河川の型の分類方式に従って永田川を区分すると、水源池から約800 mの間は、源流—溪流移行型（第I区）、それよりE川との

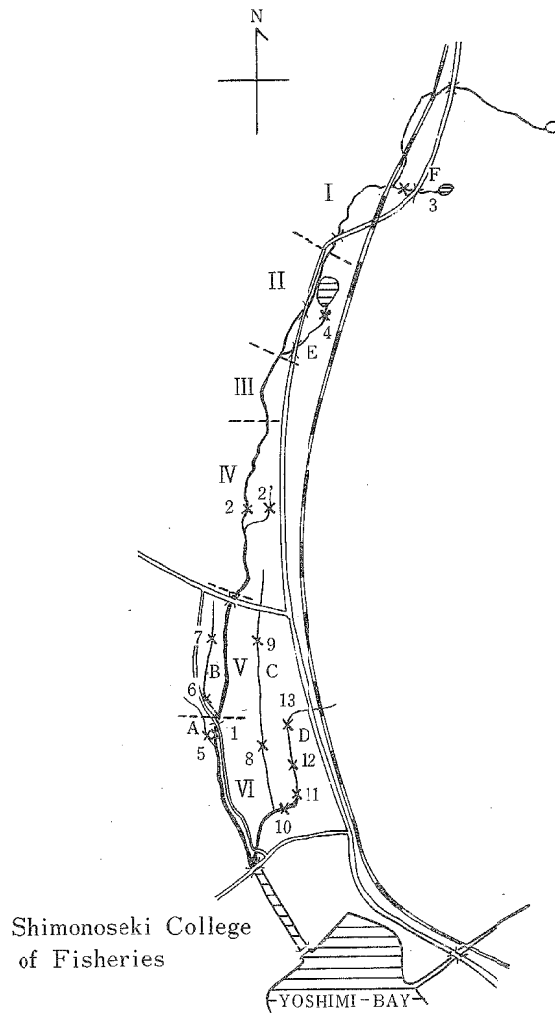


Fig. 3. A sketch map of the surveyed stations along the River Nagata, Yamaguchi Pref.
Note: Arabic numeral indicates the station, while roman one is the morphological classification of the river-bed following KANI'S definition.

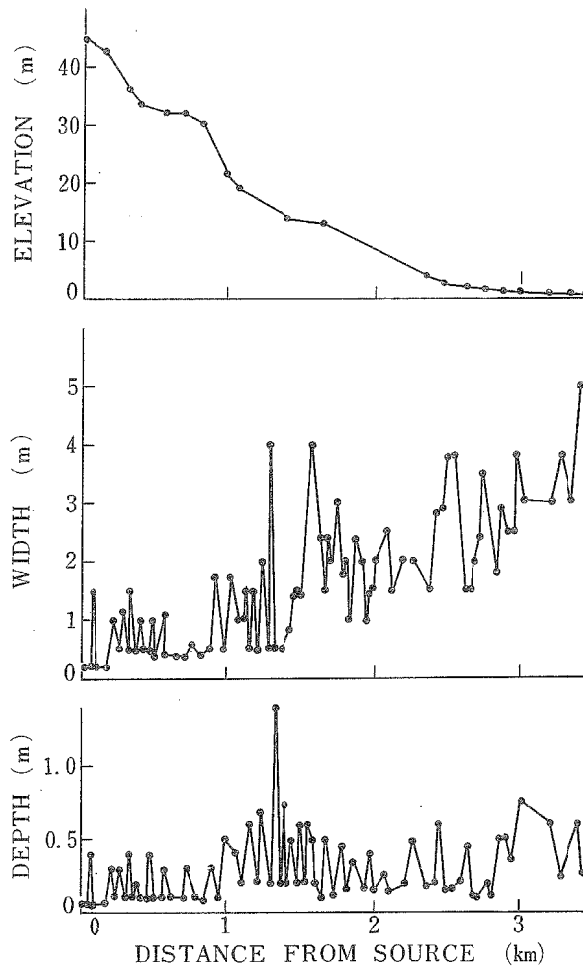


Fig. 4. Profiles of the River Nagata, in which the elevation, width and depth before flood are represented.

合流点までは溪流型（第Ⅱ区）、それより下流約 200 m 附近にある石橋までは溪流—中流移行型（第Ⅲ区）、それより大川橋までは中流型（第Ⅳ区）、それより約 500 m 下流の石橋までは中流—下流移行型（第Ⅴ区）、それより永田橋までは下流型（第Ⅵ区）の 6 区域に分けられる。また支流については、A・B・C・D川はいずれも下流型、E川は溪流型、F川は源流型に属する（第3図）。

各区域の底質は、第Ⅰ区では径 10~50 cm の角のある浮石、第Ⅱ区は第Ⅰ区と同程度の浮石か、または苔類によっておおわれた岩盤、第Ⅲ・第Ⅳ区は径が 10 cm 前後の浮石または沈石、第Ⅴ・第Ⅵ区は砂または礫からなっている。次に支流は A・B・D の各川では黒灰色の壤土、C川は礫の混じった砂泥、EおよびF川は径 50 cm 程度の浮石が散在している。

川の沿岸部は、第Ⅰ区ではスギ・メダケ・モウソウチク・カキ・カヤ、第Ⅱ区はシイ・マツ・ハギ・クリ・スギ・カキ・メダケ・カヤ、第Ⅲ区および第Ⅳ区はカヤ・メダケ・ハゼ・ツバキ・クヌギ、第Ⅴ区はカヤ、部分的にネザサ・タチヤナギ、第Ⅵ区は雑草、部分的にアシ・カヤ、また支流では、A・B・C・D の各川は丈の低い雑草、E川は本流の第Ⅱ区と、F川は同じく第Ⅰ区と、それぞれ同様な植物が自生している。これらの各区域のうち、本流の第Ⅱ区および支流のF川は樹木が川の上部をおおい、日中においても薄暗い環境を形成している。

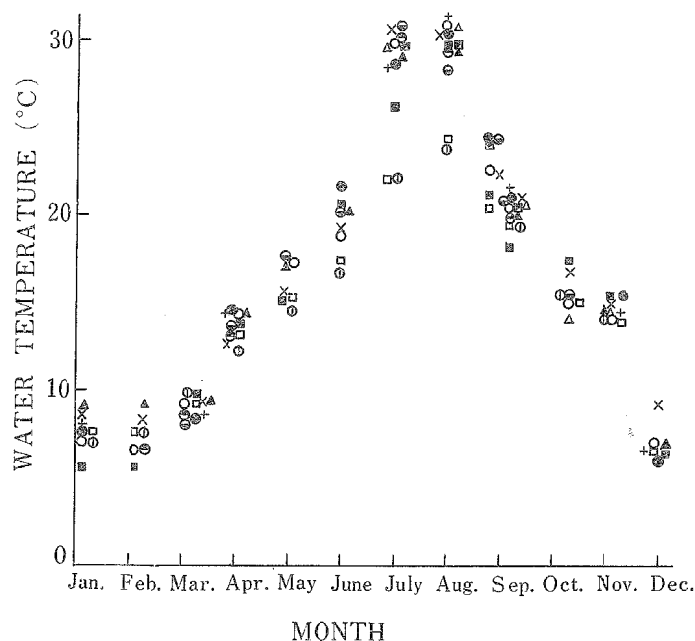


Fig. 5. Seasonal variations of the monthly means of water temperature at respective sampling stations.

Note : ○, Station 1 ; □, Station 2 ; ⊙, Station 3 ; ■, Station 4 ; ●, Station 5 ; ⊖, Station 6 ; ⊕, Station 7 ; △, Station 8 ; ▽, Station 9 ; ×, Station 10 ; +, Station 11 ; ▲, Station 13.

川の月別の水温は、第3図に示す13地点のうち Station 12を除いた各地点で測定した(第5図)。すなわち水温は各地区とも1月および2月が最低で5~9°C、また7月および8月が最高で22~32°Cである。本流に位置する Station 1(第Ⅵ区)および2(第Ⅳ区)ならびに3(第Ⅰ区)における水温は12月ではそれぞれ7.0・6.6・7.0°C、1月では7.0・7.6・7.0°C、そして2月では6.6・7.6・7.6°Cで、冬季にはほぼ一致するが、7月では30.0・22.2・21.2°Cまたは8月では31.0・24.6・24.0°Cで、夏季には上流および中流域に位置する Station 3および2は下流域に位置する Station 1よりも6~8°C低温である。支流に属する各地点の水温は夏・冬ともに Station 1のそれとほぼ一致する。各地点における水温の年較差は、Station 3では17°C、Station 2では18°C、そして残りの各地点では22~25°Cで、下流域の方が上流域よりも大きい。

II. 生物相

捕獲した生物の種類は、魚類ではメダカ *Oryzias latipes*、ヤリタナゴ *Acheilognathus lanceolata*、カワムツ *Zacco temminckii*、フナ *Carassius auratus*、ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*、ドンコ *Mogurnda obscura*、ヨシノボリ *Rhinogobius similis*、ビリンゴ *Chaenogobius castanea* およびウキゴリ *Chaenogobius urotaenia* の9種、甲殻類ではスジエビ *Leander paucidens* の1種、合計10種である。

各区域で捕獲された生物の種類および個体数は、第1表と第6図に示した通りである。すなわちその個体数は、第Ⅰ区ではカワムツが38尾で総数の50.7%を占めて最も多く、つづいてスジエビ・メダカ・フナの順位で、これらは10.7~16.0%の値を示す。第Ⅱ区ではカワムツが94尾で総数の74.0%を占め、第Ⅰ区および第Ⅱ区におけると同様に最も多く、つづいてフナが20尾、15.8%を占める。第Ⅲ区では、第Ⅰ・Ⅱ

Table 1. Number of specimens of respective species caught by 120 min. scooping with scaffold net at respective morphological areas in the River Nagata, Yamaguchi Pref. as defined by Mr. KANI (1952).

Species	Morphological areas							Total
	Japanese names	I	II	III	IV	V	VI	
<i>Oryzias latipes</i>	Medaka	11 (14.6)	2 (1.6)	1 (3.2)	21 (14.7)	23 (27.7)	54 (27.7)	112 (17.1)
<i>Acheilognathus lanceolata</i>	Yaritanago	5 (6.7)	6 (4.7)	1 (3.2)	6 (4.2)	1 (1.2)	0	19 (2.9)
<i>Zacco temminckii</i>	Kawamutsu	38 (50.7)	94 (74.0)	6 (19.4)	54 (37.8)	26 (31.4)	0	218 (33.4)
<i>Carassius auratus</i>	Funa	8 (10.7)	20 (15.8)	21 (67.7)	59 (41.2)	31 (37.4)	118 (60.5)	257 (39.3)
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	Dozyo	0	0	1 (3.2)	0	0	20 (10.2)	21 (3.2)
<i>Mogurnda obscura</i>	Donko	0	1 (0.3)	1 (3.2)	0	0	2 (1.0)	4 (0.6)
<i>Rhinogobius similis</i>	Yoshinobori	1 (1.3)	2 (1.6)	0	0	0	0	3 (0.5)
<i>Chaenogobius castanea</i>	Biringo	0	0	0	0	2 (2.4)	0	2 (0.3)
<i>Chaenogobius urotaenia</i>	Ukigori	0	0	0	2 (1.4)	0	1 (0.5)	3 (0.5)
<i>Leander paucidens</i>	Suzi-ebi	12 (16.0)	2 (1.6)	0	0 (0.7)	0	0	15 (2.3)
Total		75	127	31	143	83	195	654

Note: For the morphological areas in the river, see Fig. 3. Numbers enclosed in parentheses represent the percentages of respective species on total catch from respective areas.

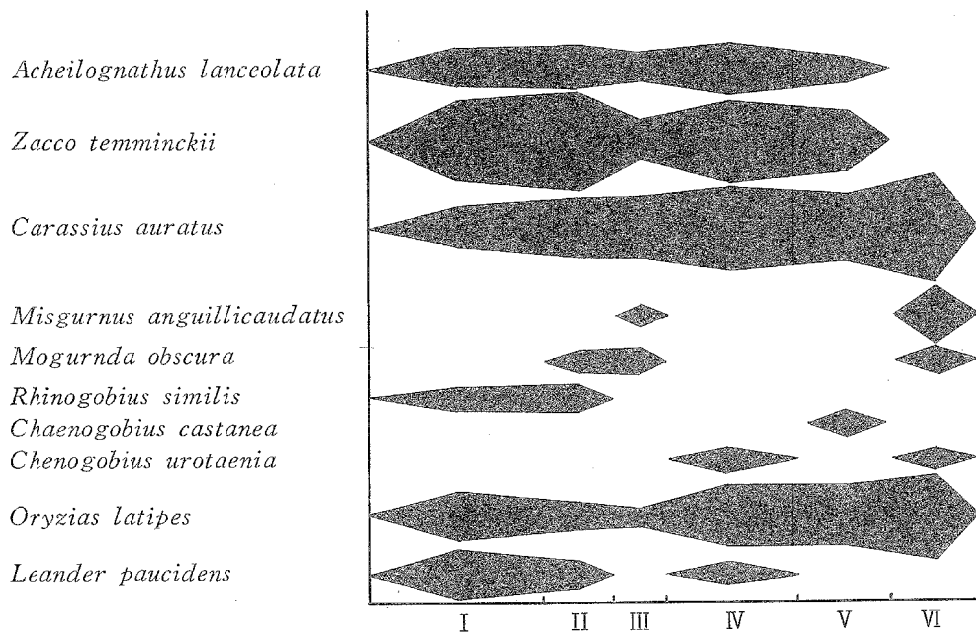


Fig. 6. Catches of respective species of fishes in respective morphological areas of the river-bed during autumn when loach is supposed to descend the river.

Note: Numbers of caught individuals are represented by LOHMANN'S spherical method.

区の場合と相違してフナが21尾で総数の67.7%を占めて最も多く、カワムツは6尾、19.4%に過ぎない。第Ⅳ区および第Ⅴ区ではフナは59尾と31尾、総数に対して41.2%と37.4%、またカワムツは54尾と26尾、総数に対して37.8%と31.4%で、前者が後者よりもわずかに多い。第Ⅴ区ではメダカが増加し、総数の27.7%を占める。さらに第Ⅵ区ではフナが118尾で、60.5%を、つづいてメダカとドジョウがそれぞれ27.7%と10.2%を占める。以上からして、第Ⅰ区と第Ⅱ区ではカワムツ、第Ⅲ区から下流域ではフナが優占種として認められることができる。捕獲した生物の総個体数は654、そのうちフナが257、カワムツが218で、それらは総数の39.2%と33.4%で、この両者が大半を占める。

Table 2. Same as in Table 1, but shown by weight(g).

Species	Morphological areas							Total
	Japanese names	I	II	III	IV	V	VI	
<i>Oryzias latipes</i>	Medaka	3.2 (3.1)	0.5 (0.2)	0.2 (0.1)	6.1 (1.2)	6.7 (3.2)	16.2 (2.3)	32.9 (1.5)
<i>Acheilognathus lanceolata</i>	Yaritanago	5.4 (5.2)	5.8 (1.9)	4.1 (1.2)	4.6 (0.9)	1.3 (0.6)	0	21.2 (1.0)
<i>Zacco temminckii</i>	Kawamutsu	43.2 (41.8)	115.8 (37.0)	6.8 (2.0)	61.8 (12.2)	4.8 (2.3)	0	232.4 (10.6)
<i>Carassius auratus</i>	Funa	48.4 (46.8)	100.4 (32.1)	286.1 (83.9)	423.8 (83.8)	191.7 (92.5)	575.5 (81.0)	1625.9 (74.5)
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	Dozyo	0	0	22.0 (6.4)	0	0	107.5 (15.1)	129.5 (5.9)
<i>Mogurnda obscura</i>	Donko	0	89.0 (28.4)	22.7 (6.6)	0	0	8.8 (1.2)	120.5 (5.5)
<i>Rhinogobius similis</i>	Yoshinobori	0.3 (0.3)	0.6 (0.2)	0	0	0	0	0.9 (0.04)
<i>Chaenogobius castanea</i>	Biringo	0	0	0	0	3.1 (1.5)	0	3.1 (0.1)
<i>Chaenogobius urotaenia</i>	Ukigori	0	0	0	8.7 (1.7)	0	2.5 (0.4)	11.2 (0.5)
<i>Leander paucidens</i>	Suzi-ebi	3.0 (2.9)	0.9 (0.3)	0	0.8 (0.2)	0	0	4.7 (0.2)
Total		103.5	313.0	341.9	505.8	207.6	710.5	2182.3

Notes are the same as in Table 1.

各区域で捕獲された生物の種類別重量は第2表に示した通りである。すなわち、重量は第Ⅰ区ではフナが48.4g、カワムツが43.2gで総重量に対してそれぞれ46.8%と41.8%を占め、それらの重さは他魚種よりも著しく重い。第Ⅱ区では、第Ⅰ区におけると同様にカワムツとフナが最も大きい値を示し、総重量に対して37.0%と32.1%をそれぞれ占める。同区においてドンコが89.0g、28.4%の値を示すが、これは1尾の重さおよび割合である。第Ⅲ区から第Ⅵ区までの各区域ではフナが191.7~575.5g、総重量の81.0~92.5%で、他魚種よりも著しく重い。各生物の種類別合計重量はフナが1625.9gで、全重量2182.3gの74.5%を占め、カワムツ・ドジョウ・ドンコがこれにつづく。各区域で捕獲した生物の重量は第Ⅴ区を除いて下流の区域ほど重く、上流の区域ほど軽い。

次に各種類別に捕獲された区域および尾数について述べると、メダカおよびフナは川の全域にわたるが、上流域よりも下流域の方に多く、ヤリタナゴおよびカワムツは第Ⅰ区から第Ⅴ区にかけて、そのうち後者は沿岸部に樹林の繁茂した溪流地区の淵、スジエビは第Ⅰ・第Ⅱ・第Ⅳ区、とくに第Ⅰ区で、ヨシノボリは上流域の第Ⅰ・第Ⅱ区で、ビリンゴは第Ⅴ区で、ウキゴリは第Ⅳ・第Ⅴ区で、ドンコは第Ⅱ・第Ⅲ・第Ⅵ区で、

ドジョウは第Ⅲと第Ⅵ区、とりわけ後者の区域で、それぞれ採捕された。

以上の結果から本河川に生息する生物の分布は、下記の5つの形式に分けられる。

- 1) 全域にわたって分布するが、上流域よりも下流域に多い……………フナ・メダカ
- 2) 上流域にのみ分布する……………ヨシノボリ
- 3) 上流域および中流域に分布する……………カワムツ・ヤリタナゴ・スジエビ
- 4) 中流域および下流域に分布する……………ドジョウ・ビリンゴ・ウキゴリ
- 5) 上流域より下流域にかけて不連続的に分布する……………ドンコ

そして、ドジョウとの共生種はフナ・メダカ・ドンコ・ウキゴリの4種である。これらの生物の遊泳層は、メダカでは表層、カワムツでは表層か中層、フナおよびヤリタナゴでは中層かまたは下層、ドジョウ・ドンコ・ヨシノボリ・ビリンゴ・ウキゴリ・スジエビなどでは底層である。生息状態はフナ・メダカ・ヤリタナゴ・カワムツなどは群をなすが、ドンコ・ヨシノボリ・ビリンゴ・ウキゴリなどは単独かまたは数尾が同一の場所に見受けられる。ドジョウは本流と冬の潜伏場所となる支流との合流点付近では密集し、その他の場所では単独の場合が多い。この密集個体は、夏季の生息場所を離れて移動してきたものが、環境および生活様式の異なる冬の生息場所へ移ろうとして待機しているものように思われる。

本調査期間中に観察されたが採捕できなかった生物は、第Ⅵ区でモクスガニがあり、また本調査以外の時期に後述する筈で採捕されるか、あるいは観察された生物としては、第Ⅵ区でウナギ、ボラの稚魚およびマハゼ、第Ⅳ区と第Ⅵ区でテナガエビがある。

採捕したドジョウの尾数は21尾、重量は130gで、これらは採捕された生物の総個体数および総重量に対してそれぞれ3.2%および5.9%に過ぎない。しかし後述するように、本魚の常時の生息地域は、本流ではなくてこれに附帯する溝であり、本流では冬季と夏季には観察されず、ただ4~6月および10~11月の移動期間においてのみ散見されるのであって、この移動魚の採捕数量の全採捕物に対して占める割合をもって、水系全般におよぼすことは妥当でない。こころみに1956年10月1日にD川で本実験と全く同様な方法で約1時間採集を行なった結果、個体数はフナが67尾(総数に対して51.9%、以下これにならう)、ドジョウが35尾(27.1%)、メダカが26尾(20.2%)、ドンコが1尾(0.8%)、また重量は、ドジョウが251.5g(61.3%)、フナが150.4g(36.7%)、メダカが7.5g(1.8%)、ドンコが0.8g(0.2%)で、本流に比べて、ドジョウの占める割合はきわめて大である。

b. ドジョウの季節的分布

I. 冬季を除いた季節における分布

永田川における月別、場所別にみた24時間当りの採捕尾数は第3表に示した通りである。* この表によると、ドジョウが採捕された場所は、Station 5, 6, 7, 10, 11, 12および13の各定点、つまりA, BおよびDの各川であり、また採捕されなかった場所は、Station 1, 2, 3, 4, 8および9の各定点、つまり永田川の本流およびC, Eの各川である。採捕された場所と採捕されなかった場所との環境の相違は、底質が前者では泥土であるのに対して、後者では礫、砂または砂泥のうちの1つに相当している。

次に、ドジョウが季節的に移動を行なうか否かを知るために、それが採捕されたB川およびD川について、月別にそれぞれの川の全採捕尾数に対する各定点における採捕尾数の割合を求めた(第7・第8図)。まず、B川のStation 6と7におけるその割合をみると、前者は3月から6月までは65%以上で後者におけるよりも大きい、6月以後では減少し、8月および9月では40%以下となり、後者におけるよりも小さい。しかし9月から10月にかけては再び増加し、10月と11月では100%の値を占める。また、D川の各定点における割合は、6月まではStation 10が50%以上で最大値を示すが、6月以後では急減し、8月では0%、9月では22%、10月では0%ときわめて小さく、一方、Station 13は9月、Station 11は8月および10月

* 昼夜間別の採捕尾数は、第2報 食性の項で述べる。

にそれぞれの月の最大値を示す。しかし10月以後では Station 10の値が急増し11月では71%である。つまり割合は、両川とも冬季および春季には、上流域におけるよりも下流域における方が大であるが、6月を境として、夏季には逆に上流域の方が下流域よりも大きくなる。とりわけ冬季における主要な生息場とな

Table 3. Monthly deviation of the catch of loach (individuals/24 hrs.) at respective stations set along the River Nagata.

Station	1952					1953							Total
	July 30	Aug. 27	Sep. 30	Oct. 29	Dec. 1	Jan. 6	Feb. 5	Mar. 4	Apr. 3	May 4	June 3	July 8	
	~ Aug. 2	~ Aug. 29	~ Sep. 31	~ Oct. 30	~ Dec. 2	~ Jan. 7	~ Feb. 6	~ Mar. 5	~ Apr. 4	~ May 5	~ June 4	~ July 9	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	10.0	4.5	1.0	0	0	0	0	0	1.0	0	2.0	2.0	20.5
6	6.0	1.5	3.0	11.0	0	0	0	1.0	18.0	0	4.0	1.0	45.5
7	10.0	3.0	0	0	0	0	0	0	8.0	0	2.0	1.0	24.0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	2.5	0	5.0	3.0	0	0	0	4.0	11.0	9.0	1.0	35.5
11	2.5	1.5	4.0	0	3.0	0	0	0	0	5.0	8.0	0	24.0
12	0	0	0	2.0	0	0	0	0	0	0	0	1.0	3.0
13	0.5	7.5	2.0	0	1.0	0	0	0	3.0	6.0	1.0	1.0	22.0
Total	29.0	20.5	10.0	18.0	7.0	0	0	1.0	34.0	22.0	26.0	7.0	174.5

Note : For the position of station, see Fig. 3.

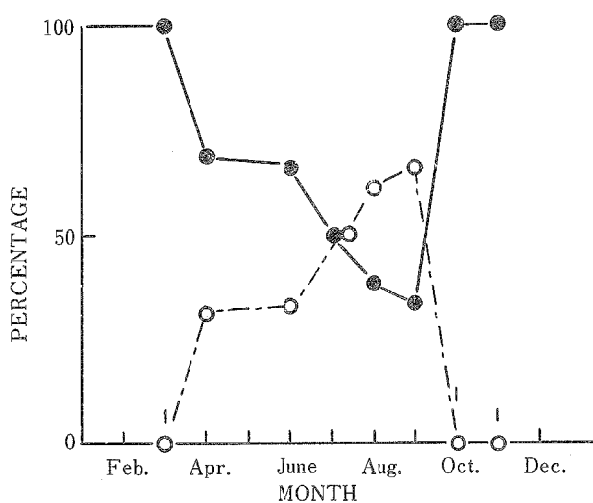


Fig. 7. Seasonal change of the rate of the catch from the two stations to total catch from the Branch "B" of the River Nagata.

Note : ●, Station 6 ; ○, Station 7.

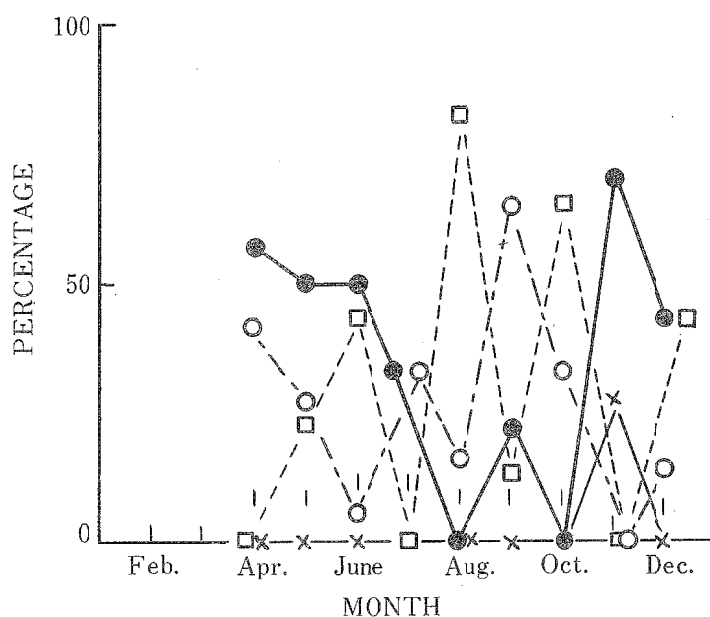


Fig. 8. Seasonal change of the rate of the catch from respective stations to total catch from the Branch "D" of the River Nagata.

Note: ●, Station 10; □, Station 11; ×, Station 12; ○, Station 13.

る Station 10における8月~10月の捕獲尾数が皆無か、またはきわめて少ないことは注目に値する。そして、B川では9月、D川では10月以降になると再び下流域の割合が増加してくる。以上の結果は明らかにドジョウが季節的に移動を行なうことを示している。

II. 冬季における分布

イ) 冬眠の状態

ドジョウが泥中へ潜伏する際は、必ず頭部より入る。その際、必然的に体の太さに匹敵する楕円形の孔が、泥の表面から内層に向って生ずる。この孔の方向はわずかに蛇行するけれども、ほぼ垂直である。したがって開口している孔を目標として、鉞を泥中に入れるならば、魚を確実に採捕することができる。1つの孔に対する生息魚の尾数は普通1尾であるが、乾燥地域では数尾または十数尾の個体が塊状をなしている場合がある。この状態について、内田(1939)は乾いた池・水田などの泥を掘り返すと、泥土中から蟄伏中のドジョウが得られるが、全長30~40mm位の小さいドジョウが数尾成魚に巻きついているのを幾度か発見し、この両者間に関係があるのか、単に同一場所に蟄居していたために過ぎないのか未だ明らかになし得ないと報告されているが、著者の今までの観察では、体長が40~80mmの小型魚のみの場合が多く、大型魚と小型魚とが混在する場合は稀であり、そして大型魚のみの場合にはまだ遭遇しない。1つの孔に単独で潜伏している魚の方向を知るために Station 6 (第3図)で行なった調査結果は、第4表に示した通りである。すなわちその方向は、頭部が尾部よりも上方にある場合および体が水平の場合がそれぞれ46%と41%で多く、頭部が尾部よりも下方にある場合は13%で稀である。もちろん1つの孔に多数の魚が塊状となっている際には、魚の向きは一定せず、各個体が互いにかみあっている。孔の断面は、魚が頭部から潜入し、最深部で体を極度に屈折して方向を回転させ、頭部を尾部より上、または体を水平にするから、その部分は途中に比べてやや広がっている。魚は孔の最深部に潜伏し、体の最上位から泥の表面までの距離、つまり魚の泥中における生息深度は、後述するように魚の体長に比べて小型魚ではほぼ等しく、また大型魚では大

Table 4. Orientation of loach burrowing in mud.

Orientation	Number of individuals	Percentage
Burrowing depth of head is shallower than that of tail	17	45
Burrowing nearly horizontally	15	41
Burrowing depth of head is deeper than that of tail	5	13

きい。冬眠を終って泥中より水中へ出る際には、必ず頭部から出る。

ロ) 河川における位置と魚の生息密度との関係

調査は1954年11月下旬から1955年1月下旬にかけて永田川における13の定点および Station 2' ならびに Station 6 と 7 との中間区域で実施した (第3図)。その方法は、一定区画中の魚を残らず採捕し、単一面積当りの魚の生息密度を求め、つづいて前述したドジョウが泥中へ潜入する際に生ずる楕円形の孔の分布からその生息面積を測定し、この両者から魚の生息量を推定した (第5表)。この表によるとドジョウが捕獲

Table 5. Burrowing density of loach in winter and estimated biomass at each station set along the River Nagata.

Station	Area surveyed (m ²)	Captured individuals	Its weight (g)	Density		Width of habitat(m ²)	Estimated biomass(g)
				(ind./m ²)	(g/m ²)		
1	5.0	0	0	0	0	0	0
2	5.0	0	0	0	0	0	0
2'	10.0	33	76.6	3.3	7.7	65.0	501
3	5.0	0	0	0	0	0	0
4	5.0	0	0	0	0	0	0
5	5.0	0	0	0	0	0	0
6	2.9	188	395.8	64.8	136.5	73.0	9966
6-7	2.5	61	122.5	24.4	49.0	16.0	784
7	3.0	0	0	0	0	0	0
8	5.0	0	0	0	0	0	0
9	5.0	0	0	0	0	0	0
10	30.0	295	979.8	9.8	32.7	246.0	8044
11	9.0	78	119.7	8.6	13.3	86.0	1144
12	3.6	26	44.4	7.2	12.3	56.0	689
13	16.5	70	196.2	4.2	11.9	16.5	196
Total	112.5	751	1935.1	—	—	558.5	21324

された場所は Station 2', 6, 6-7, 10, 11, 12 および 13 の各定点、つまり B 川の下流域と D 川ならびに永田川の中流附近に流入する支流であり、捕獲されなかった場所は、Station 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 および 9 の各定点、つまり永田川の本流とその上流域の支流、A 川と B 川の上流および C 川などである。捕獲された場所と捕獲されなかった場所との環境の相違は、前者では、底質が泥土で、流速が緩やかなのに対して、後者では底質が石、礫、砂、砂泥または層の薄い泥土のうちのいずれかに相当する。魚の分布は不連続的で、後述するように川の底部が低い部分、つまり凹所で、しかも泥土の厚い場所に密集している。前

述した冬を除いた季節における捕獲場所と本実験におけるそれとはほぼ一致するが、後者において Station 5 および 7 が含まれない点が相違している。この原因は、Station 5 は泥土の層が薄くてドジョウの冬季における潜伏場所として不適当であること、また Station 7 は魚が残らず下流域へ移動したことによるものと思われる。

1 m² 当りの生息尾数は、B川では最上流である Station 7 が 0 尾、中流区域の Station 6～7 が 24.4 尾、下流域の Station 6 が 64.8 尾で、下流域の方が上流域よりも著しく多い。また D川では上流域の Station 13 が 4.2 尾で最も少なく、Station 12 が 7.2 尾、11 が 8.6 尾、そして最下流域である 10 が 9.8 尾で最も多い。つまり、B川におけると同じ関係が認められる。

次に魚の生息面積は B川では Station 6—7 が 16 m²、6 が 73 m²、また D川では Station 13 が 16 m²、12 が 56 m²、11 が 86 m²、10 が 246 m² で、両川ともに上流域よりも下流域の方が広い。したがって必然的に魚の推定生息量は、両川とも上流域よりも下流域の方が大である。

ハ) 日当たりと日陰の場所における魚の生息密度の比較

実験は 1954 年 12 月 21 日、冬至の日に実施した。供試場所は Station 10 (第 3 図) の 1 区画で、川は東から西へ走り、川巾は 3 m、そのうち中央の 1 m は凹んで水深が 5～10 cm の水路となっている。また両端の各 1 m は中央部の水面より約 5 cm 高く、降雨以外の時には水は流れていない (これらの各区域を北側から南に向って A・B・C 区とそれぞれ呼ぶ)。兩岸はほぼ垂直な竹垣が築かれてあって、その直後にある土手の崩解を防止している。ところで、調査日の正午にはこの南側の土手およびその上に自生している雑草のために C 区では完全に、B 区ではごくわずかに日陰となり、一方 A 区では日当りの場所となっていた。

実験方法は、まず糸で川の縦 10 m を 5 等分、巾 3 m を 3 等分して 15 区画を作り、各区画別に泥土の厚さおよび生息魚の尾数をしらべた。次に日当りの A 区と日陰の C 区における各区画の泥の厚さおよび生息魚の尾数の平均値を求め、それぞれを比較した。なお、各区画の泥土の層の厚さは、直径が約 1 cm、長さが約 50 cm の鉄棒を 1 区画につき 3 か所あて泥中に差しこんで測定し、平均した値で表わした。

A 区と C 区における泥土の厚さの比較： 日当たりと日陰との魚の生息密度を比較するには、それ以外の環境条件が同一でなければならない。ところで、冬季におけるドジョウの生息密度は、後述するように泥土の厚さによって相違するから、まずこの点について両区の比較を行なった。各区画における泥土の厚さは第 9 図において括弧内に示した。これらの値から A 区および C 区における泥の厚さの平均値を求めると、

$$\text{A区では } 9.8 \pm 2.23 = 7.6 \sim 12.0 \text{ cm}$$

$$\text{C区では } 8.0 \pm 2.78 = 5.2 \sim 10.8 \text{ cm}$$

ただし信頼度は 95 %

それ故に、両区間において泥の厚さの差異は認められない。

A 区と C 区における魚の生息密度の比較： 上記の結果から日当たりと日陰以外の環境条件が同一であるとみなして、両区の魚の平均生息密度の比較を行なった。各区画における魚の生息尾数は第 9 図に示した通りである。これらの値から、A 区と C 区における 1 区画当りの平均生息尾数を求めると、

$$\text{A区では } 11.8 \pm 9.69 = 2.1 \sim 21.5 \text{ 尾}$$

$$\text{C区では } 10.8 \pm 9.85 = 1.0 \sim 20.7 \text{ 尾}$$

それ故に、魚の生息密度の差異は、両地域間において認められない。

ニ) 川の縁辺部と中央部および高所と低所における魚の生息密度の比較

水路が川の中央部にある場合および一方に偏している場合ならびに川の底状に高低がなく、水が一杯にある場合の 3 つの異った環境下で実験を行なった。これらの実験をそれぞれ、第 1、第 2 および第 3 実験とする。

第 1 実験 水路が川の中央部にある場合： さきの実験における A 区と C 区はいずれも川の縁辺区域で、それらの底部は調査日には水面より高く、泥土の層の厚さおよび魚の生息密度は両区域間において有意な差

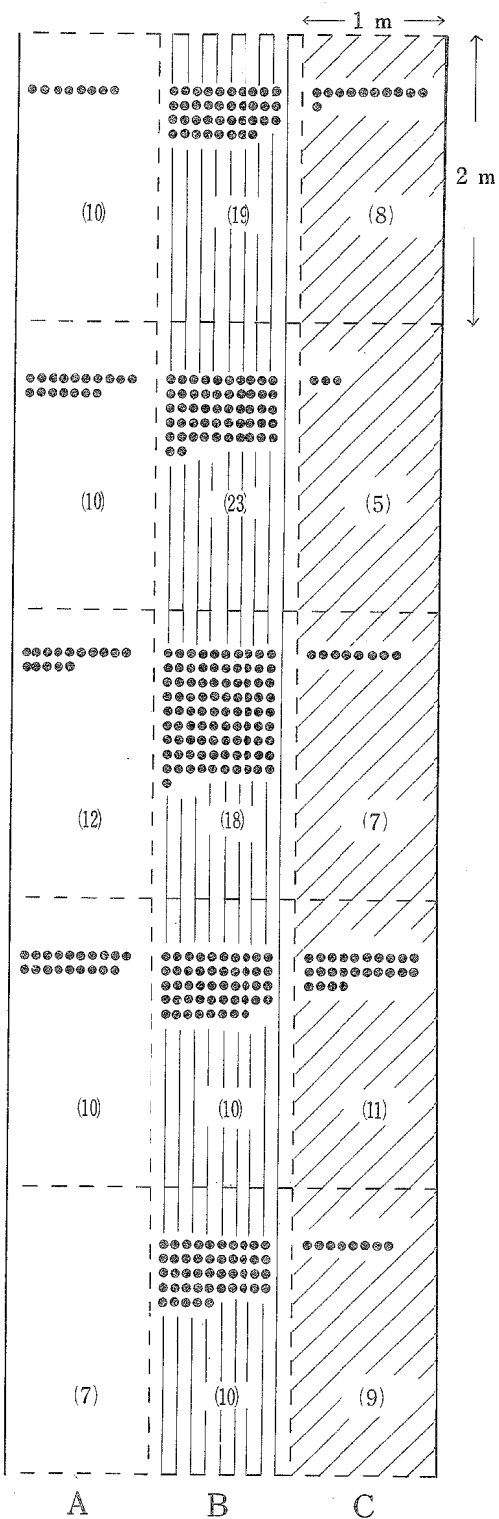


Fig. 9. Schematic representation of the distribution of loach during the burrowing season.

Notes : The oblique lined parts symbolize the shaded parts in the muddy bank, the blank ones do the sunny place in it, while the vertical lined ones are the flowing course of water. Number of the solid circles means the number of individuals caught in each quadrate of 1 m wide and 2 m long. And the numerals enclosed in parentheses indicate the depth (cm) of the mud.

異が認められないから、この両区を一括して同一区域とし、この区域 (A, C区) と中央部で、しかも低所であるB区とを泥土の厚さおよび魚の生息密度についておのおの比較した。*

A・C区とB区における泥土の層の厚さの比較：各区画の泥土の厚さは第9図において括弧内に示した。これらの値から区域別の泥の厚さの平均値を危険率5%の信頼限界でもって求めた。

すなわちA・C区の平均値は $8.9 \pm 1.52 = 7.4 \sim 10.4$ cm

同じくB区では $16.0 \pm 7.20 = 8.8 \sim 23.2$ cm

それ故に泥土の厚さの差異は、両区間において認められない。

A・C区とB区における魚の生息密度の比較：上述の結果から、川の縁辺部と中央部および高所と低所以外の環境条件がA・C区とB区とで同一であるとみなして、両区の魚の生息密度を比較した。各区画の魚の生息尾数は第9図に示した通りである。これより各区域の1区画当りの平均生息尾数を危険率5%の信頼限界で求めた。

すなわちA・C区の平均値は $11.3 \pm 2.77 = 8.5 \sim 14.1$ 尾

B区は $54.8 \pm 25.95 = 28.9 \sim 80.8$ 尾

それ故に両区の平均値間には著しい差異が認められる。本結果から魚の生息密度は、1) 川の中央部の方が縁辺部よりも高率である。2) 川の底部が高所にある場合よりも低所にある場合の方が魚の密度は高いという2つの仮説が立てられる。ところで魚の生息密度に直接影響を及ぼす真因子が、両仮説のうちのいずれにあるかを知る目的でさらに下記の実験を行なった。

第2実験 水路が川の一方に偏している場合：実験場所は第1実験の場合と同様に Station 10 (第3図) の1区画で、川巾や両岸の形状ならびに日陰の有無などの環境条件は上述した通りである。しかし北側のA区は中央および南側のBおよびC区よりも約10cm低くて水路となっており、一方B区およびC区は出水以外の時では水が流れていない (第10図)。

実験方法は、まず川の縦および巾各3mを糸でそれぞれ3等分して、 1m^2 の面積を有する区画を9個とし、A・B・Cの各区域別に1区画当りの泥の厚さおよび魚の生息尾数の平均値を求めて比較検討した。

区域別、泥土の厚さの平均値の比較：各区画における泥土の厚さは第10図において括弧で示した。これらの値から区域別に泥土の厚さの平均値を求めると

A区では $14.0 \pm 6.58 = 7.4 \sim 20.6$ cm

B区では $24.7 \pm 2.26 = 22.4 \sim 26.9$ cm

C区では $21.3 \pm 46.2 = 16.7 \sim 26.0$ cm ただし信頼度は95%

すなわち、泥土の厚さの平均値は、A区とB区とでは差異が認められ、後者の方が前者よりも厚く、またA区とC区とでは差異が認められない。ところで、ハ)の項における実験結果から日陰の有無は魚の生息密度に影響を及ぼさないから、ともに川の両端の区域に位置するA区とC区とは水路の有無が魚の生息密度に影響を及ぼすかどうかを検査するのに好適な場所といえる。

A区とC区における魚の生息密度の比較：各区画における魚の生息尾数は第10図に示した通りである。これより両区における1区画当りの平均生息尾数を危険率5%の信頼限界でもって求めると

A区では $16.3 \pm 3.92 = 12.4 \sim 20.3$ 尾

C区では $6.3 \pm 1.54 = 4.8 \sim 7.9$ 尾

この結果から、川の底部の形状が高い区域よりも低い区域の方が、魚の生息密度が高率であるといえる。次にB区の平均値は、 $14.3 \pm 7.45 = 6.9 \sim 21.8$ 尾で、B区とC区とでは差異が認められない。しかし t-test における危険率を5%から10%に拡げると

B区では $14.3 \pm 5.06 = 9.3 \sim 19.4$ 尾

C区では $6.3 \pm 1.05 = 5.3 \sim 7.4$ 尾

* 冬眠期以前では水位が高かったので、ドジョウは現在の水位より高い泥底にももぐっている。

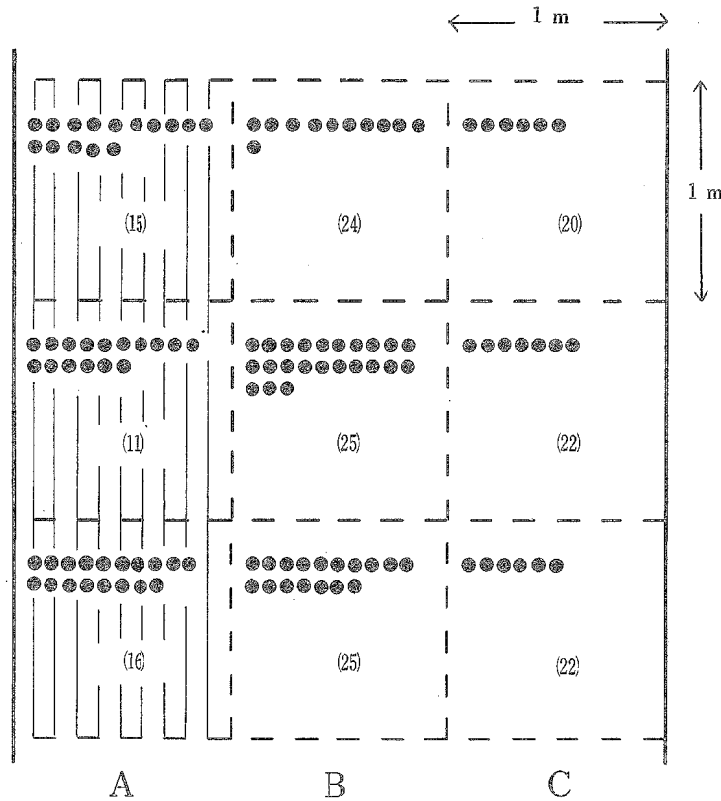


Fig. 10. Schematic representation of the distribution of loach during the burrowing season.

Notes are the same as those of Fig. 9.

で、両区間において差異が認められる。したがって、本実験からは魚の生息密度が川の縁辺部よりも中央部の方が大きいという仮説を棄てるわけにはいかない。そしてB区がC区よりも魚の生息密度が高率である原因は、川の中央部であること、泥土の層が厚いこと、水路に近接することなどの複雑な諸要因が考えられる。

第3実験 各区域において水が一樣にあり、底部の高さに差異がない場合：実験は上述の諸実験と同じく Station 10 (第3図) の1区画で行なった。川の形状は、さきの場合とほぼ同じであるが、底部の形状だけは相違している。すなわち各区域は底部の高さが同じで水が一樣に流れている。

各区域における泥土の厚さの平均値の均一性検定：各区画別の泥土の厚さを第11図の括弧内に示した。これらの値から各区域における泥の厚さの平均値を求め、それら各平均値が一定であることを帰無仮説として F-test を行なった。その結果 全変動 $S_{R,J}=178.0$ 、級間変動 $S_J=71.9$ 、級内変動 $S_{R(J)}=106.1$

$$n_1=2, n_2=6 \text{ で } F_0=2.033, F_0^2(0.05)=5.14$$

それ故に等平均値の帰無仮説は棄てられない。そこで各区域とも同一条件下にあるものとして次の検定を行なった。

各区域における魚の生息密度の平均値の均一性検定：各区域別の魚の生息尾数を第11図に示した。これらの値から各区域における魚の生息密度の平均値を求め、それらが一定であることを帰無仮説として F-test を行なった。その結果、全変動 $S_{R,J}=105.56$ 、級間変動 $S_J=20.16$ 、級内変動 $S_{R(J)}=85.4$

$$n_1=2, n_2=6 \text{ で } F_0=0.708, F_0^2(0.05)=5.14$$

$F_0 < F(0.05)$ であるから等平均値の帰無仮説は棄てられない。

以上の3実験の結果を総合すると、魚の生息密度は川の底部の高低と密接な関係があり、低所が高所より

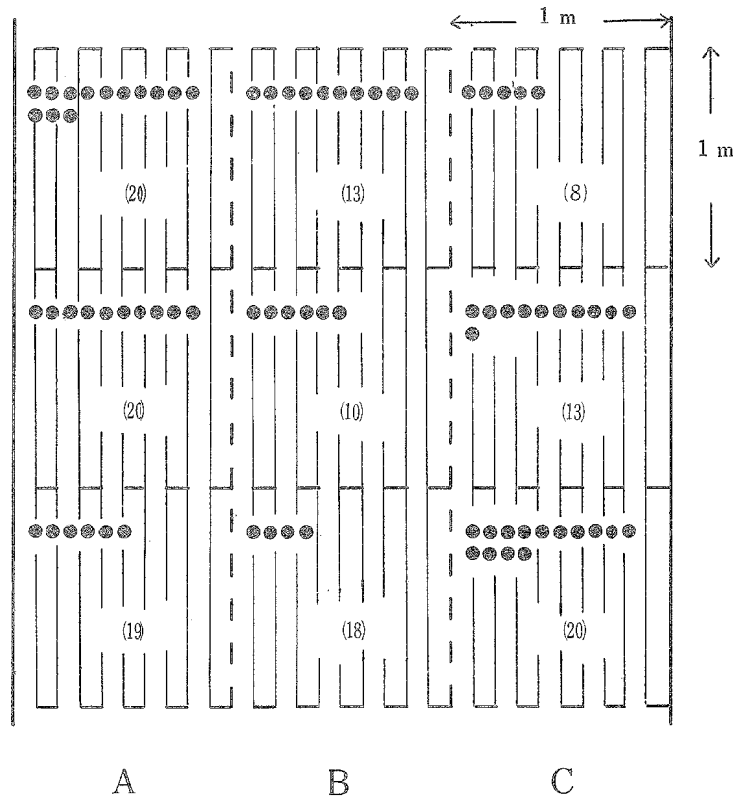


Fig. 11. Schematic representation of the distribution of loach during the burrowing season.

Notes are the same as those of Fig. 9.

も高率で、川の縁辺部と中央部といった位置関係に対しては全く無関係であることがわかる。そして第2実験においてB区がC区よりも魚の生息密度が高率を示した原因は、B区が川の中央部であるからではなくて、泥土の層が厚いことおよび水路に近接していることの2要因によるものと思われる。

ホ) 泥の層の厚さと魚の生息密度との関係

前述したハ)の項における実験のA区とC区における各区画別の採捕尾数から、泥土の層の厚さと1m²当りの魚の生息密度との関係を図示したのが第12図である。両者の関係は曲線で表わされ、魚の生息密度は泥土の層が厚いほど大である。そして泥土の層の厚さが約5cm以下の場所には、ドジョウは分布していない。

ヘ) 魚の大きさと泥中における潜伏深度との関係

調査場所は Station 6 および10 (第3図) の区域で、しかも泥土の層の厚さが20cm以上の場所を選んだ。このように泥土の厚いところを選んだ理由は、泥土の層が薄いと魚の生息尾数が少ないだけでなく、大型魚も小型魚もこの層の中に圧縮された形で生息するために、ごく自然的な状態の観察が行なわれないことによるものである。

調査方法は、完全に水を排除後ドジョウの生息を示す地表面に開口した孔を目安として、手でその側面から掘り進み、出現した魚に対しては、その最上位部から地表面までの垂直距離を測定した。その結果は第13図に示した通りである。すなわち魚の体長(x cm)と潜伏深度(y cm)との関係は直線となり

$$\text{実験式 } y = 2.32x - 9.20$$

で表わされる。つまり体長が7cmの魚は、ほぼその体長に匹敵する深さ、そして体長10cmでは約12cm、

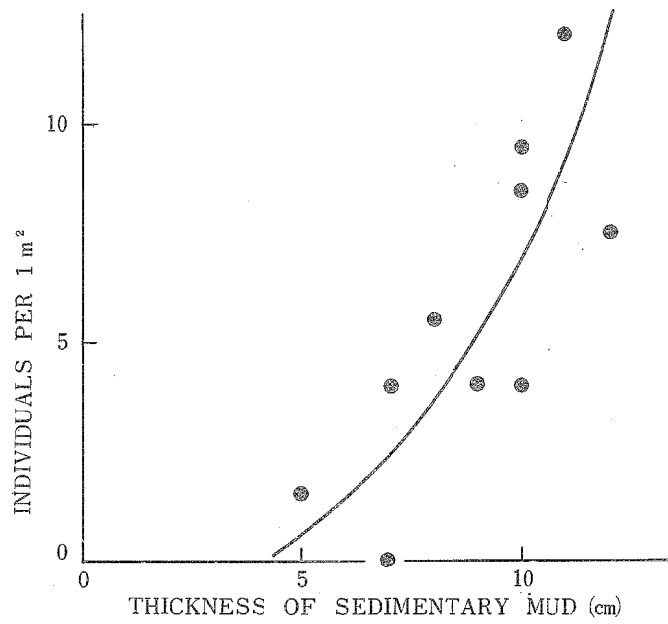


Fig. 12. Increase of burrowing density with depth of the sedimentary mud.

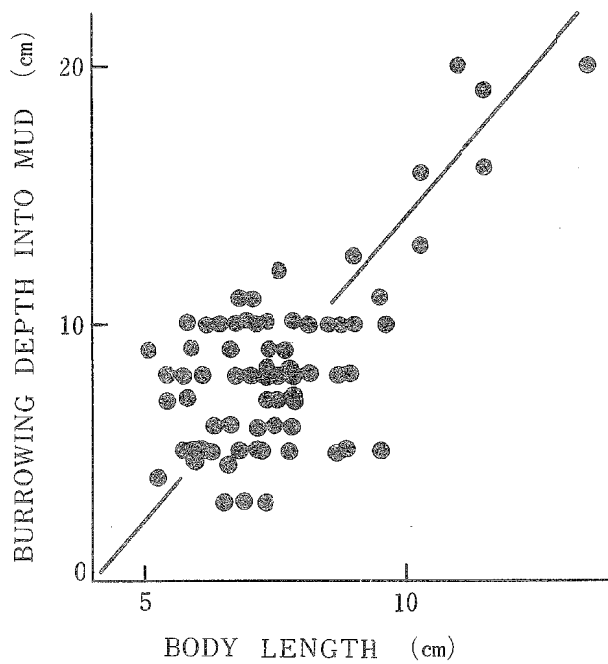


Fig. 13. Change of the burrowing depth of individuals in relation to their body length.

体長 13 cm では約 21 cm の深さに潜伏している。しかしこの潜伏深度は、同一大きさの魚間においてもかなりの変異がある。

ト) 泥土の浅層と深層における生息魚の体長および体重組成

上述の実際結果から魚体の大きさと泥中における潜伏深度との間には正の相関のあることが明らかとなったが、本実験では泥土の浅層と深層別に魚の生息密度および体長と体重組成を求めそれぞれを比較した。

調査は1955年2月14日に Station 6 (第3図) の1区画で実施した。同区域における泥土の厚さは約25 cm, 調査日の水温は8.4°C, 泥土の温度は深さ10 cmで3.6°C, 同じく20 cmでは7.4°Cであった。調査方法は水を完全に排除後、底部の1部を深く掘り下げて、泥土を他の場所へ移し、その場所から縦50 cm, 横30 cmの矩形の鉄板を地表面下10 cmになるように水平に泥土内に挿入し、鉄板の上部と下部に生息する魚を別別に採捕し、尾数の算定および体長と体重の測定を行なった。なお鉄板の泥中への挿入は6回行なった。その結果、魚の採捕尾数は10 cm以浅では117尾, 以深では17尾で、全体に対する割合は前者では87.3%, 後者では12.7%である。また捕獲魚の重量は10 cm以浅では188.5 g, 以深では111.8 g, 総重量に対する割合は、それぞれ62.8%と37.2%であって、前者の方が後者よりも大きい。

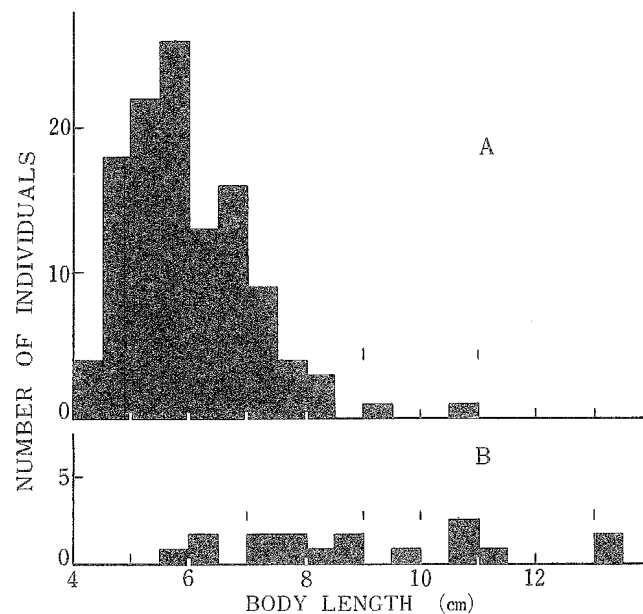


Fig. 14. Comparison of the frequency distribution of the body length of the individuals burrowing into the mud deeper than 10 cm with that burrowing shallower than this depth.

Note : A, shallower than 10 cm ; B, deeper than 10 cm.

捕獲魚の体長組成は第14図に示した通りである。体長範囲は、10 cm以浅では43~105 mm, 以深では57~134 mmである。これらの値から各層別の平均体長をt-testにより信頼度95%の限界で求めると

10 cm以浅では $59.0 \pm 1.93 = 57.1 \sim 60.9$ mm

同じく以深では $90.0 \pm 11.85 = 78.2 \sim 101.9$ mm

となり、平均体長は両層に生息する魚間において差異が認められ、深層の方が浅層よりも魚体が大きい。

次に捕獲魚の体重組成を第15図に示した。体重の範囲は10 cm以浅では0.4~7.5 g, 以深では6.3~19.8 gである。各層別の魚の平均体重を、さきの体長の場合と同様な方法により求めると

10 cm以浅では $1.60 \pm 0.23 = 1.37 \sim 1.83$ g

同じく以深では $6.58 \pm 2.95 = 3.63 \sim 9.35$ g

で、平均体重は両層に生息する魚間において差異が認められ深層の方が浅層よりも魚体重が大である。

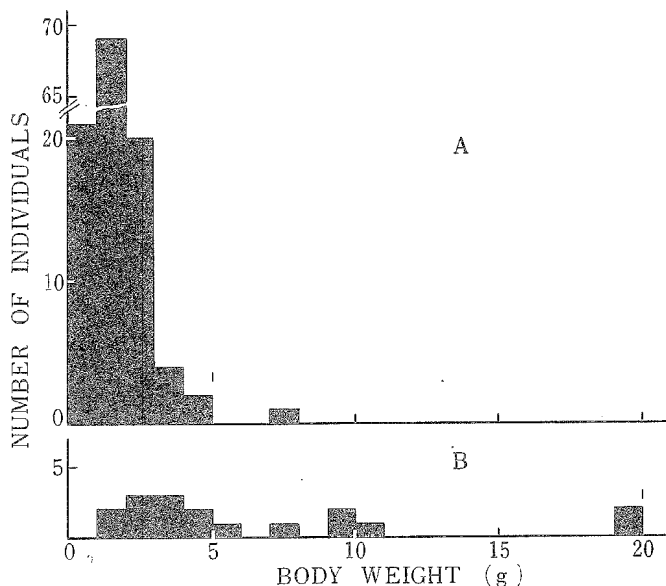


Fig. 15. Comparison of the frequency distribution of the body weight of the individuals burrowing into the mud deeper than 10 cm with that burrowing shallower than this depth.

Note: A, shallower than 10 cm; B, deeper than 10 cm.

このように体長および体重の平均値は、いずれも 10 cm 以浅よりも以深に生息する魚の方が大きく、この事実は上述した へ) の項の実験結果と全く一致する。

チ) 冬眠を終わって泥中から水中へ出現する時期

調査は 1955 年 1 月 17 日から 3 月 31 日までドジョウの生息地である Station 6, 7, 10, 11, 12 および 13 の各定点 (第 3 図) で実施した。調査方法は各定点に静かに接近し、水温が低くて魚の運動が不活発な間では、あらかじめしらべておいたドジョウの生息を示す楕円形の孔、またはその周辺に魚が出現しているかどうかを注意深く探査し、体の一部が水中へ出現している場合はその数を、また水温が上昇して魚の運動が活発となってからは、著者の接近に伴って泥中へ急いで潜入する際に生ずる泥土の濁りの数を、それぞれ出現個体数として算定した。なお泥の温度は地表面から 10 cm の深さにおける温度で表わした。

調査結果は、出現個体数が皆無の場合を -、1 尾を +、2~4 尾を ++、5 尾以上を +++ として第 6 表に示した。すなわちこれらの各定点のうちで、最初に魚が出現した場所は Station 6 で、期日は 2 月 3 日である。この時の水温は 15.8°C、泥の温度は 10.1°C で、魚は頭部だけを泥中より水中へ現わしていた。これらの各定点以外の地点では、2 月 2 日に Station 5 (第 3 図) の附近の小溝で、さきの場合と同様な魚の状態の出現魚を発見した。この時の水温は 12.8°C、泥の温度は 8.8°C であった。その後の魚の状態は、2 月 19 日まではごく限られた地区および期日において、泥中から吻部または頭部だけを出現させ、それに近づくと、静かに孔の中に姿を消した。2 月下旬からは、体の全部を現わした個体が次第に増加し、3 月中旬以降では、全調査地点において魚が見られ、魚の運動性は増加し、索餌および逃避行動は活発となった。

体長が約 90 mm 以上の大型魚とそれ以下の体長で、おそらく 0 才魚と思われる小型魚とを、出現の時期について比較すると、前者は後者よりも遅い。すなわち、著者が最初に大型魚を発見した時期は 3 月 18 日、場所は Station 10 (第 3 図) でその時の水温は 20.8°C、泥の温度は 15.6°C であった。

Table 6. Environmental conditions relating to appearance of loach awaked from hibernation.

Date		February						
		3	10	11	15	16	19	28
Station	Weather	C	C	B	B	B	R	B
	Air temp.	12.0	14.6	4.9	11.6	11.9	11.6	14.0
6	Water temp.	15.8	14.6	14.0	14.4	14.0	—	16.2
	Mud temp.	10.1	10.2	7.2	12.6	10.9	—	13.2
	Cond. app.	+	++	+	—	—	—	++
7	Water temp.	11.2	14.2	11.8	10.2	8.8	—	14.3
	Mud temp.	10.4	10.8	8.6	8.4	8.0	—	11.2
	Cond. app.	—	—	—	—	—	—	—
10	Water temp.	12.2	14.2	10.0	14.5	11.6	10.8	11.8
	Mud temp.	12.4	10.5	8.4	12.0	12.4	10.4	11.8
	Cond. app.	—	—	—	—	—	—	++
11	Water temp.	11.8	14.8	9.6	16.2	15.3	10.6	14.4
	Mud temp.	10.1	10.4	6.2	12.0	12.0	10.4	13.7
	Cond. app.	—	+	—	—	—	++	+++
12	Water temp.	11.8	14.7	9.3	16.0	15.8	10.7	15.3
	Mud temp.	10.4	10.2	6.0	10.4	10.2	10.2	12.7
	Cond. app.	—	—	—	—	—	+	++
13	Water temp.	11.4	14.4	11.6	16.0	15.0	10.6	14.8
	Mud temp.	10.4	10.6	6.2	10.8	11.8	10.2	13.6
	Cond. app.	—	—	—	—	—	—	+

March

1	2	3	4	5	7	8	9	10	12	18	19	20	31
C	B	C	B	B	C	C	C	B	C	B	B	B	B
10.6	14.8	14.2	12.6	19.0	10.9	11.9	12.6	13.0	19.1	23.8	14.6	12.5	16.8
12.0	14.8	16.4	16.8	17.8	14.4	12.4	—	—	20.0	23.8	23.2	—	21.0
11.0	13.0	13.2	13.1	16.0	13.0	11.4	—	—	17.3	19.6	17.0	—	18.2
+	+	++	++	++	++	—	—	—	++	++	++	—	+++
10.5	16.2	—	14.4	—	11.8	13.0	—	—	17.8	—	—	—	—
10.0	14.4	—	11.9	—	10.9	12.2	—	—	15.3	—	—	—	—
—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
11.0	12.4	12.4	13.0	16.2	12.2	12.0	12.4	13.6	16.5	20.8	17.4	16.4	13.0
11.2	11.9	12.2	12.1	13.0	12.4	12.2	11.9	12.8	14.7	15.6	14.6	15.0	13.1
—	+	—	+	++	—	—	—	—	+	++	++	+	++
11.4	14.4	17.2	16.1	17.1	13.8	11.5	13.4	17.6	20.4	21.2	19.2	16.8	21.2
13.7	10.8	15.0	14.1	12.3	13.2	11.8	12.0	16.0	18.6	17.4	15.7	13.0	18.8
+	+++	+++	++	++	—	—	+	++	++	+++	++	++	++
11.2	15.2	17.0	16.4	17.2	14.2	13.0	13.6	17.3	20.2	20.8	18.8	16.8	19.9
11.6	11.3	15.2	12.8	11.7	13.1	12.2	12.0	14.9	16.0	16.0	15.0	11.1	18.2
—	++	++	++	++	+	—	+	+	++	++	++	++	+++

11.2	15.3	15.4	16.0	18.3	12.8	11.9	14.0	15.2	20.0	22.8	20.4	19.0	18.8
11.0	11.9	15.3	13.6	11.6	13.3	10.8	12.2	14.8	17.0	19.0	15.2	12.4	16.4
+	++	+	+	+	-	-	-	+	+	++	+	++	++

Note : For the position of station, see Fig. 3.

Abbreviations : -, none appeared ; +, a individual appeared ; ++, from two to four individuals appeared ; +++, more than 5 individuals appeared. B, fine ; C, cloudy ; R, rainy.

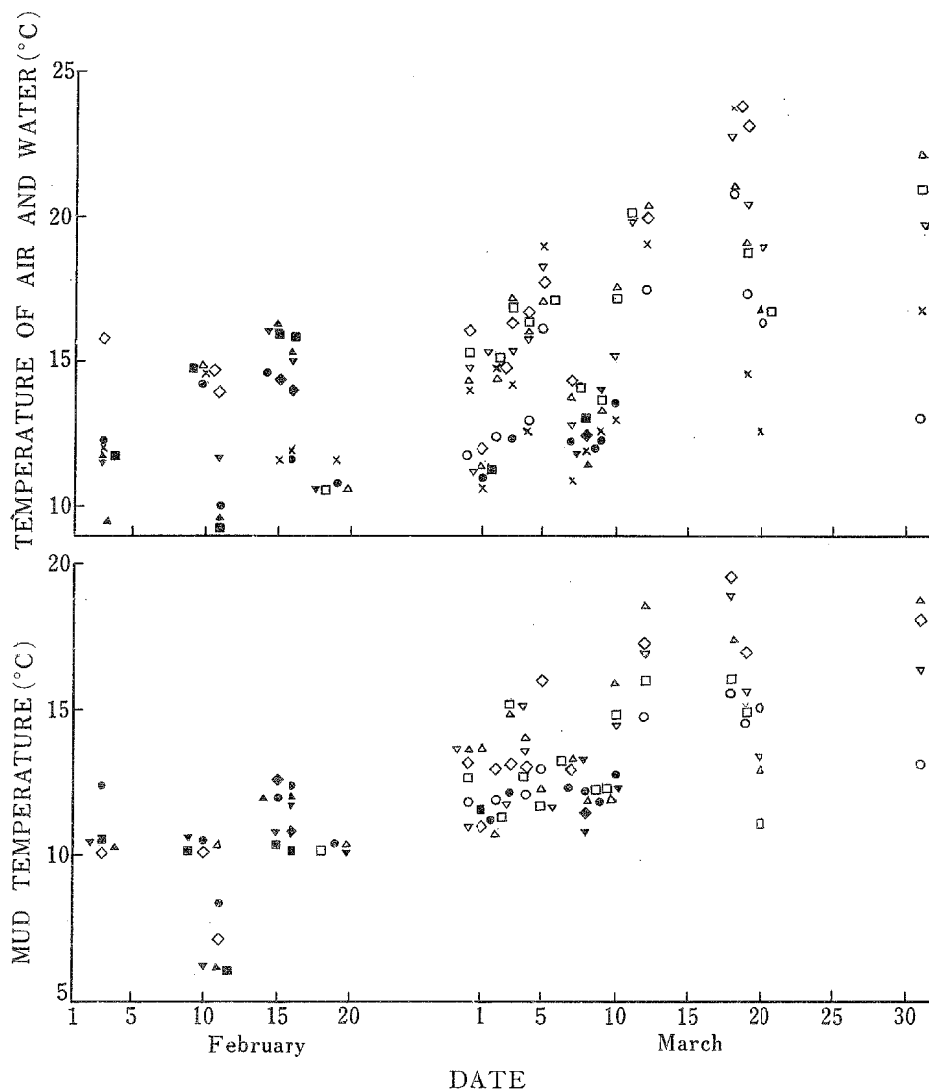


Fig. 16. Change of the temperature of air, water and mud in relation to the question whether any of hibernating individual is awaked or not. Special attention should be paid to the fact that whether individuals were awaked or not have more intimate relation to the mud temperature rather than water temperature.

Notes : \diamond , Station 6 ; \circ , Station 10 ; \triangle , Station 11 ; \square , Station 12 ; ∇ , Station 13 ; \times , air temperature.

When all the individuals were burrowing into mud and none were swimming in the water, the temperature is represented as solid marks, while when there were some individuals swimming in the water, it is represented as open ones.

水温および泥の温度と各調査定点における魚の出現の有無との関係を第16図に示した。この図によると、魚の出現は水温よりもむしろ泥の温度と密接な関係がある。すなわち魚は2月では泥の温度が 13°C 以下であれば、その場所の水温が約 $15\sim 16^{\circ}\text{C}$ であっても大部分の場所では泥中において潜伏を続ける。そして稀に泥土上に出現している場合があるが、その時でも泥中より体の一部を水中に現わしているに過ぎない。ところが3月に入ると場所によっては泥の温度が 13°C をこえるようになる。そのような場所では、水温が2月中旬のそれと比較して等温または低温の場合でも、ほとんど例外なく出現している。一方、それ以下の温度の場所では、出現の有無は確定的でない。そして出現した魚の状態をみると、体の一部だけではなくてその全部を水中に現わすようになる。

B. 養魚池における分布

I. 夏季における分布

イ) 日光との関係

晴天時：第1実験は1954年9月7日、第2実験は9月10日、そして第3実験は9月11日にそれぞれ2号・3号・2号の各池で実施した。これらの各実験日の天候は晴天で、池の一部は側壁によって日光が遮られ、時間的に形および面積の相違する日陰を生じ、また池水は不透明で、濃い黄緑色を呈し、魚は全く観察できなかった。実験中の水温は $29.2\sim 30.6^{\circ}\text{C}$ である。各実験の結果は第17図に示した。この図に示してある日

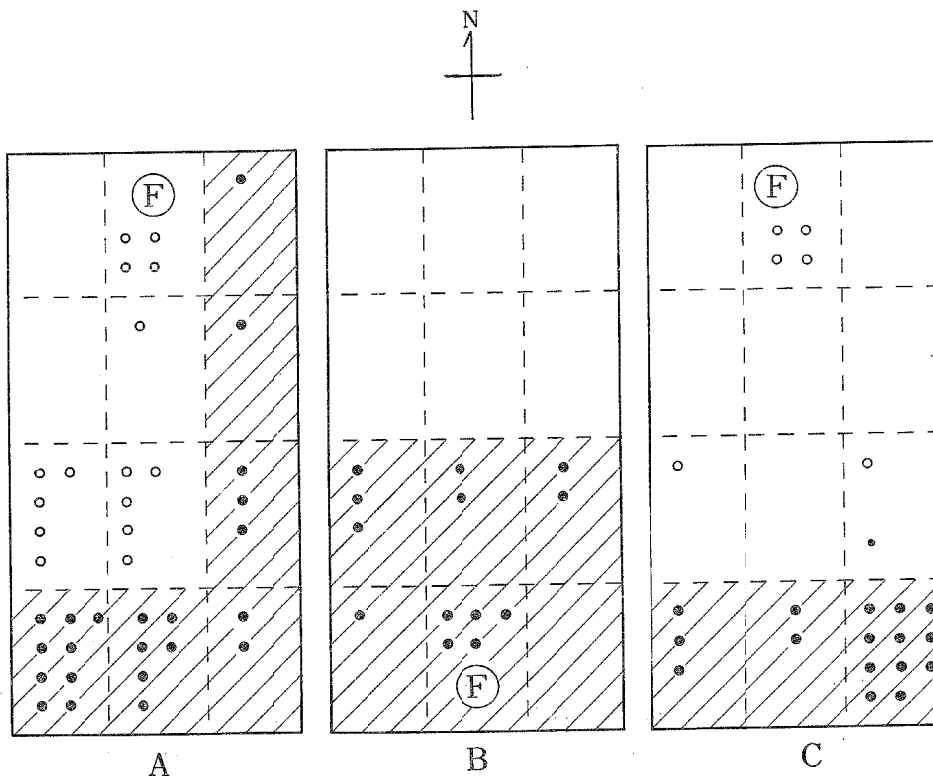


Fig. 17. Habitat preference of loach in the experimental pond, in relation to the sunny or shaded condition. Note: The parts oblique lined indicate the shaded places, while the blank ones are the sunny places. Symbol F, represents the position where the food for loach is set every morning. And the number of solid or open circles in respective quadrates indicates the number of individuals trapped there. Special attention should be paid to the facts that the loach intends to distribute near the food or in the shade, especially in the latter.

陰の区域とは実験開始時におけるその状態である。これらの諸結果にもとづいて、日当り (a) と日陰の場所 (b) 別に総捕獲尾数および1区画当りの平均捕獲尾数を求めた (第7表)。すなわち環境別の捕獲尾数

Table 7. Distribution of trapped individuals in sunny day.

Exp. No.	Environment	Number of trapped individuals in the quadrate									Total	Captured number per quadrate
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	a	4	1	5	0	0	5				15(40.6%) 22(59.4%)	2.50 3.66
	b	1	1	3	2	6	9					
2	a	0	0	0	0	0	0				0(0%) 13(100.0%)	0 2.17
	b	3	2	2	1	5	0					
3	a	0	0	1	4	0	0	0	0	1	6(27.2%) 16(72.8%)	0.67 5.33
	b	3	2	11								

Abbreviations : a, sunny place ; b, shaded place.

は、各実験とも bの方がaよりも多く、bは第1実験では59.4%、第2実験では100%、第3実験では72.8%を各総捕獲尾数に対して占める。またaとbの1区画当りの平均捕獲尾数は、第1実験では2.5尾に対して3.7尾、第2実験では0尾に対して22尾、第3実験では0.7尾に対して5.3尾で、各実験とも後者の方が前者よりも多い。なお、放養尾数に対する捕獲尾数の割合は、第1実験では74%、第2実験では72%、第3実験では44%であった。

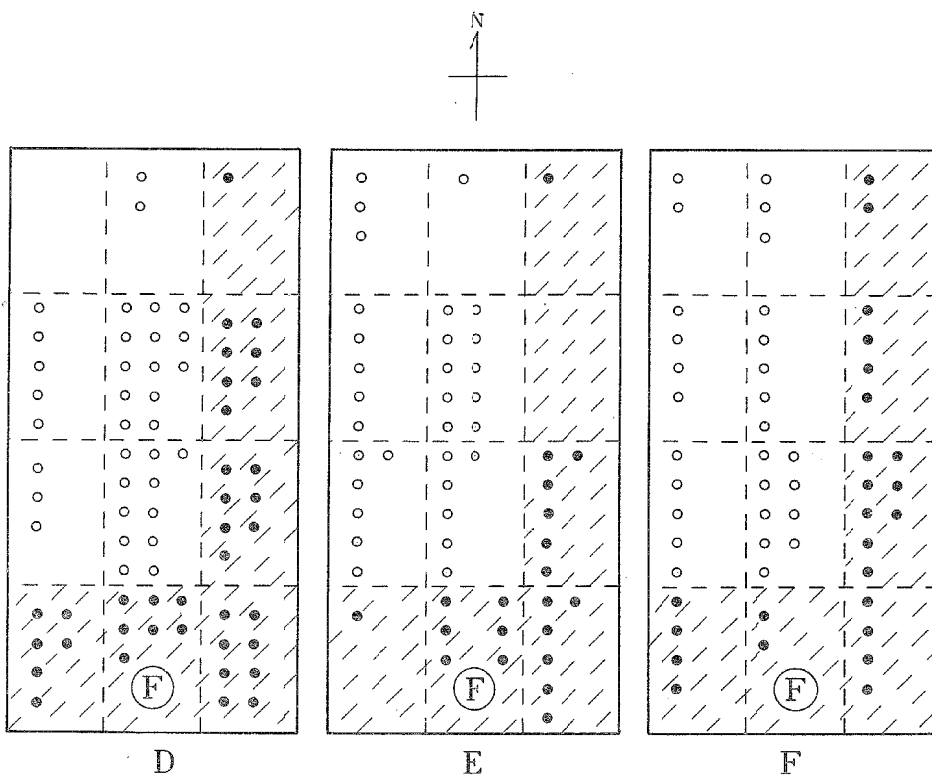


Fig. 18. Distribution of the trapped individuals observed in cloudy day.

Note : The parts oblique lined indicate the expected shaded places, while the blank ones are sunny places. For other symbols, see Fig. 17. These figures suggest that no bias of the distribution of individuals to the expected shaded places can be observed in cloudy days.

曇天時：上記の実験結果が明らかに日光の直射の有無によるものか、または偶然によるものかを確認するために、さらに曇天の日、つまり第4実験は1954年9月6日、第5実験は9月8日、第6実験は9月9日にそれぞれ行なった。実験中の水温は27.0~29.2°Cである。各実験の結果は第18図に示した通りである。この図において白い区域は晴天時に日当たりとなるはずの区域 (a'), また斜線の区域は晴天時に日陰となるはずの区域 (b') である。そこで a' と b' における総捕獲尾数および1区画当りの平均捕獲尾数を求めた (第8表)。a' における捕獲尾数の総捕獲尾数に対する割合は、第4実験では48.6%, 第5実験では60.8%

Table 8. Distribution of trapped individuals in cloudy day.

Exp. No.	Environment	Number of trapped individuals in the quadrat						Total	Captured number per quadrat
4	a'	0	5	3	2	13	11	34(48.6%)	4.00
	b'	1	7	7	8	7	6	36(51.4%)	4.33
5	a'	3	5	6	1	10	6	31(60.8%)	5.17
	b'	1	6	6	6	0	1	20(49.2%)	3.33
6	a'	2	4	5	3	5	9	28(53.8%)	4.67
	b'	2	4	8	4	2	4	24(46.2%)	4.00

Abbreviations : a', expected sunny place ; b', expected shaded place.

そして第6実験では53.8%で、b'における割合との間に差異が認められない。また a' と b' における1区画当りの平均捕獲尾数は第4実験では4.0尾に対して4.3尾、第5実験では5.2尾に対して3.3尾そして第6実験では4.7尾に対して4.0尾で、両区域間において差異が認められない。

以上の晴天および曇天時における両実験結果から、ドジョウの分布が日光の直射と密接な関係があることは明白である。この事実は、本城と浅野(1948)がドジョウの光反応について実験を行ない、ドジョウは照度が増加すると陰性走行性を示すとした実験結果と全く一致する。

なお、放養尾数に対する捕獲尾数の割合は、第4実験では80%, 第5実験では59%, そして第6実験では57%であった。

ロ) 餌場との関係

研究方法は、上述した6実験の結果から各実験別に、餌場に接する6区画(c)と、その反対側において餌場に接しない6区画(d)における採捕尾数を求め、この両者をそれぞれ比較した。

Table 9. Distribution of trapped individuals in sunny day, with special reference to the position of feeding place.

Exp. No.	Environment	Number of trapped individuals in the quadrat						Total	Captured number per quadrat
1	c	0	0	4	1	1	1	7(18.9%)	1.17
	d	5	5	3	9	6	2	30(81.1%)	5.00
2	c	3	2	2	1	5	0	13(100.0%)	2.17
	d	0	0	0	0	0	0	0(0%)	0.00
3	c	0	4	0	0	0	0	4(18.2%)	0.67
	d	1	0	1	3	2	11	18(81.8%)	3.00

Abbreviations : c, a half of the experimental pond, where the feeding place is set ; d, a distal half of the experimental pond opposite the feeding place.

晴天時: 第1, 第2および第3実験の結果からcとdにおける捕獲尾数および1区画当りの平均捕獲尾数を求めた(第9表)。cとdにおける総捕獲尾数は, 第1実験では7尾と30尾, 第2実験では13尾と0尾, 第3実験では4尾と18尾, またcにおける捕獲尾数の総捕獲尾数に対する割合は18.9%, 100%および18.2%で, これらの結果から餌場の位置と魚の分布との間の一定関係は見出されない。

上述したように, 晴天時におけるドジョウの分布は日光の直射に最も影響され, 魚は餌場と日陰の場所とが一致する場合(第17図B)ではすべて後者で, また両者の場所が相違する場合(第17図C)では, 大部分が前者そして少数が後者の場所でそれぞれ採捕される。以上から, 魚は晴天時には陰に分布し, 時々餌場に向いて摂餌し, また元の位置に帰ることが想像される。

曇天時: 第4, 第5および第6実験の結果から, cおよびdにおける捕獲尾数および1区画当りの平均捕獲尾数を求めた(第10表)。この表によるとcとdにおける捕獲尾数は, 第4実験では42尾と28尾, 第5実

Table 10. Distribution of trapped individuals in cloudy day, with special reference to the position of feeding place.

Exp. No.	Environment	Number of trapped individuals in the quadrate						Total	Captured number per quadrate
4	c	3	11	7	6	7	7	42(60.0%)	7.00
	d	0	2	1	5	13	8	28(40.0%)	4.67
5	c	6	6	1	1	6	6	31(60.8%)	5.16
	d	3	1	6	5	10	0	20(39.2%)	3.33
6	c	5	9	8	4	2	4	32(61.5%)	5.33
	d	2	3	2	4	5	4	20(38.5%)	3.33

Note: Abbreviations are same as in Table 9.

験では31尾と20尾, 第6実験では32尾と20尾, そしてcにおける捕獲尾数の総捕獲尾数に対する割合は, それぞれ60.0%, 60.8%および61.5%とほぼ安定した値を示し, 捕獲尾数はdよりもcにおける方が多い。

ハ) 雨天における分布

調査は1956年9月17日に実施した。その方法は池水が透明で魚の行動を正確に見ることができたから, 上述の諸実験のように笠を使用することなく, 魚に気付かれないように池に接近し, もっぱら観察によって魚の分布状態をしらべた。

雨天における魚の状態は, 0才魚では晴天時または曇天時におけるように, 底生生活を営む個体はなく, いずれも活発に池の側壁にそって下層から上層にわたる間を遊泳し, そのために側壁にそった池底部は, 約5cmの範囲にわたって泥土が他の場所へ逸散し, その下部にあるコンクリート底が露出していた。しかし高年魚(2才魚)では一般に不活発で, 遊泳している個体よりも池底に静止している個体の方が多数であった。これらの魚の遊泳方向は8面の池のうち, 7面においては左廻り, 残りの1面では右廻りで, これらの魚の通路に対して直角に板をおいたところ, 遊泳方向に混乱が現われたが, その板を取払った後, しばらく静観していると, また元の状態に戻った。このような時計の針の回転方向とは反対の方向に運動する性質はドジョウの大多数の精子にもみられた(久保田, 1961b)。

II. 冬季における分布

調査結果は第19図に示す通りである。この図によると, ドジョウは魚溜りに密集し, 同区域における魚の生息尾数の総数に対する割合は, 1号池では66.6%, 2号池では65.2%, 3号池では75.0%である。また池を魚溜りに近い区域と遠い区域, すなわち泥土の層が厚い区域と薄い区域とに2等分し, それぞれの尾数を比較すると1号池では44尾に対して1尾, 2号池では18尾に対して4尾, そして3号池では8尾に対し

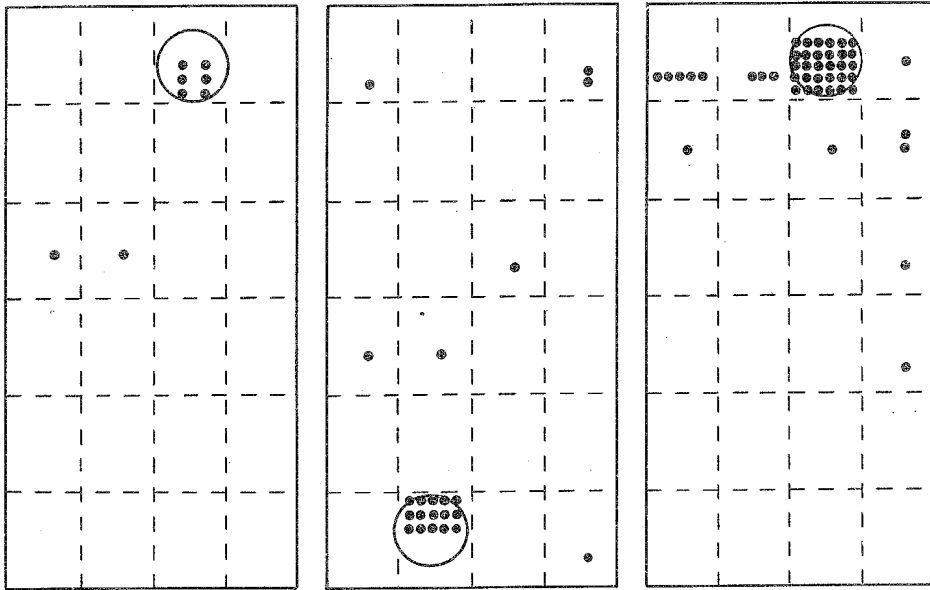


Fig. 19. Extremely crowded cluster formation in or around the pit of the rocky bottom of the experimental pond observed in winter, despite of the fact that the interface between water and mud is leveled.

て0尾で、魚の生息尾数は、前者の区域における方が後者におけるよりも多い。この結果は、上述した河川における実験結果（A.河川における分布、ホ）泥土の層の厚さと魚の生息密度との関係）と全く一致する。

C. 一毛作田における分布

第1実験と第3実験とは、別々の水田を使用して出水前における、また第2実験は第1実験の場合と同一の水田を使用して出水時における魚の分布状態をしらべた。

第1実験：供試水田は、その南と東側は雑木の生えた、低くて奥行の浅い山地が迫り、またその北と西側は平坦で一毛作の水田が続いている。水の流入口はA IおよびD Iに各1カ所あり（それぞれ W_1 、 W_2 とする）、前者の水は、水田地帯を通過してきた結果、水温が 21.0°C で暖かく、一方後者の水は山地の湧水および落葉の下を通りぬけてきた水などを集水したもので冷たく、 14.9°C である。流入量は1分間に前者では約2 l 、後者では約5 l である。水田の水温は、 W_2 に接する区域では 20°C 以下で低く、その他の区域では $20.6\sim 22.5^{\circ}\text{C}$ 、とりわけ排水口のあるB Vに接する区域では暖かい（第20図）。水深は各区域とも5~10 cmであるが、D IおよびD IIの区域では砂泥が堆積して洲を形成し、したがって笊を設置することは不可能であった。泥の層は非常に厚く、竹棒を差し込んだところ、各区域とも2 m以上に達した。水は清澄で、稲の切株および各区域にはほぼ一様に繁茂したフサモの間からは、生息している生物の様子が明瞭に観察された。

水田に生息している生物の種類は、魚類ではドジョウ以外にフナ、ドンコ、メダカ、両棲類ではツチガエルとイモリ、爬虫類ではイシガメ、その他トンボの幼虫やヒルなどである。

実験結果は第20図に示した。捕獲尾数は雌29尾、雄31尾、性別不明19尾、総尾数79尾である。

水田を東西に5等分した各区域（第I区……第V区）別の捕獲尾数は、第I区が25尾、第II区が20尾、第III区が25尾、第IV区が9尾そして第V区が0尾であって、第I区から第III区までは多く、第IVおよび第V区では少ない。つまり魚の捕獲尾数は、注水口の近くでは多く、排水口の近くでは逆に少ない。水田の中央部

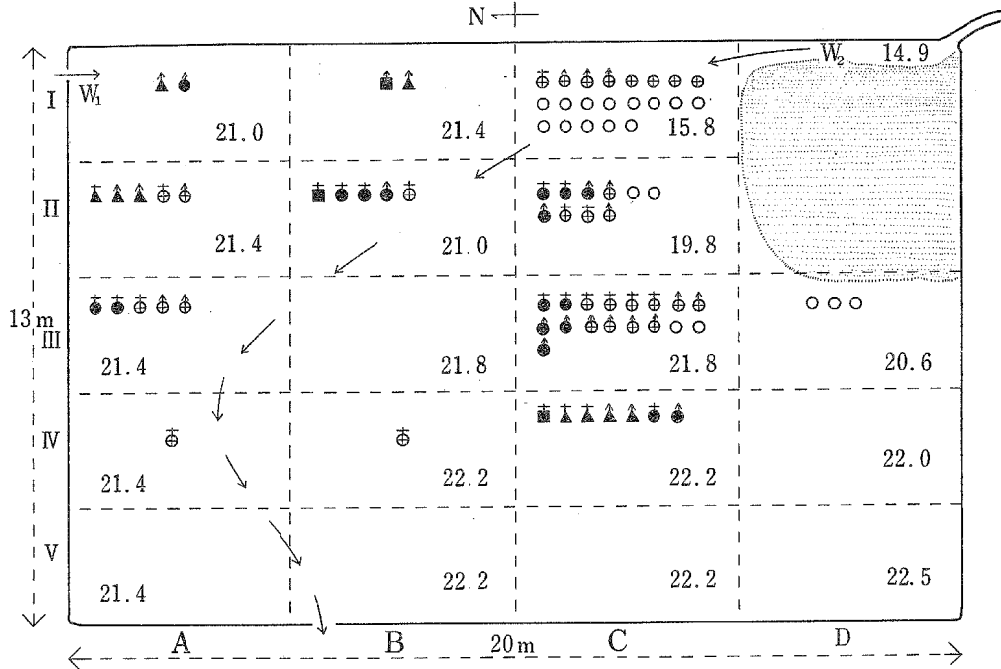


Fig. 20. Distribution of the individuals of each size group in a paddy field observed before a flood.

Notes: The size of the individual is distinguished by the marks, ○, ⊕, ●, ▲ and ■, i.e., the open circle indicates the individual shorter than 49 mm in body length, the circle with plus does that neither shorter than 50 mm nor longer than 69 mm in body length, the individual neither shorter than 70 mm nor longer than 89 mm in body length is represented by solid circle, that 90~109 mm is by solid triangle, while the individual belonging to the size group longer than 110 mm in body length is symbolized by solid square. The male individual is represented by the small arrow attaching to the upside of the mark as defined above, the mark carrying small plus on it indicates the female, while such small individual as unable to ascertain the sex is attached by none of such an appendage.

と縁辺部における捕獲尾数を比較すると、後者の方が前者よりも概して多い。

各区画における捕獲魚を体長が 50 mm 以下, 50~69 mm, 70~89 mm, 90~109 mm および 110 mm 以上の 5 階級にわけて第 20 図に示した。この図から、体長が 70 mm 以上の大型魚(成魚)と、それ以下の小型魚(未成魚)とに大別して、魚の大きさと捕獲場所との関係を見ると、前者の捕獲場所は、A I, A II, A III, B I, B II, C II, C III および C IV の各区画で、主に W₁ からの流入水の影響を受けるか、または全く流入水の影響を受けない区域である。次に後者の捕獲場所は A II, A III, A IV, B II, B IV, C I, C II, C III および D III の各区画で、主に W₂ からの流入水の影響を受ける区域である。すなわち小型魚の総尾数は 50 尾、そのうち C I, C II, C III および D I の 4 区画だけで捕獲された魚は 42 尾で、全体の 84% を占める。とくに水の流入場所である C I の捕獲魚は、49 mm 以下が 14 尾、50~69 mm が 7 尾で、その全部が小型魚に属する。さらに大型魚だけが獲れた区画は A I, B II および C IV の 3 区画、また小型魚のみが獲れた場所は A IV, B IV, C I および D III の 4 区画、そして小型魚と大型魚とが混獲された場所は A II, A III, B II, C II および C III の 5 区画である。このように出水前の水田におけるドジョウは、大局的にみると大型魚と小

型魚とが異なった場所に生息しているが、局地的にみると、両者が混在している場合もあって、これらの生息場間の境界は明確でない。

第2実験：供試水田は第1実験の場合と同一である。実験日の天候は前述したように豪雨で、そのために水の流入量は出水前に比べて著しく増加した。すなわち第1実験における流入場所は、 W_1 と W_2 の2カ所に過ぎなかったが、本実験では隣接する水田に他の区域から水が氾濫したため、その濁水が W_1 からだけではなく、北側の土手の全域から激しい勢いで供試水田に流入し、また南側からは W_2 の他にDⅢの区域へ山間水が小滝となって落下した（この流入場所を W_3 とする）。北側からの流入水量は南側よりも著しく大で、その影響範囲は水田の約70%におよんだ。排水口は第1実験ではBⅤの区域の西部に1カ所だけあったが、本実験では、西側の土手の全域から水が溢れ出た。水深は40~50cmで、第1実験では洲を形成していたDⅠ、DⅡの区画にも笮を設置することができた。水温は、北方からの流入水が 16.2°C 、 W_2 は 13.8°C 、 W_3 は 15.6°C また水田の大部分は約 16°C を示し、本実験における水温は前実験のそれに比べて、注入水では $1\sim 5^{\circ}\text{C}$ 、水田では $1\sim 6^{\circ}\text{C}$ 低い。実験結果は第2図に示した通りである。捕獲魚の尾数は、雌18尾、雄16尾、性別不明9尾、合計43尾である。

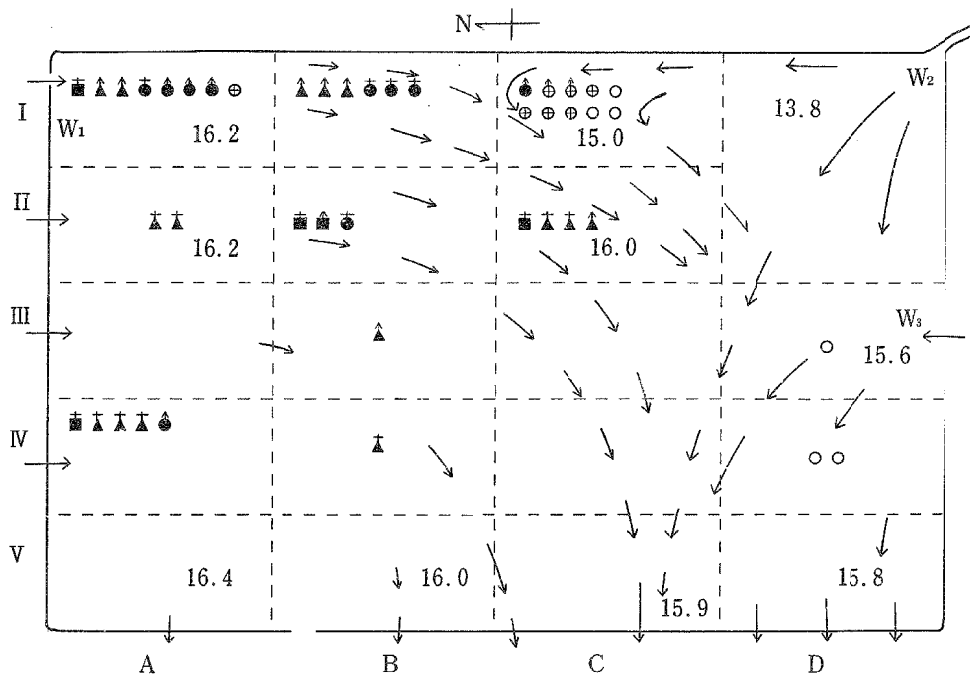


Fig. 21. Distribution of the loaches representing each size group in the paddy field observed during a flood.

Note: Arrows indicates the direction of the current. Marks are the same as those of Fig. 20.

魚は主にA、DおよびⅠに属する区画、言いかえると水田の周辺部にあつて、しかも流入水の影響を直接受ける場所で採捕され、同じく周辺部でも流入水の影響を直接受けない排水区域に接した場所では、採捕されなかった。

魚体の大きさとその採捕場所との関係を見ると、体長が70mm以上の大型魚はAⅠ、AⅡ、AⅣ、BⅠ、BⅡ、BⅢ、BⅣ、CⅠおよびCⅡの各区画、すなわち北方からの暖かい流入水の影響を受ける場所でのみ採捕され、CⅠにおける1尾を除くと、その他の区域では全く採捕されなかった。また体長が70mm以下の

小型魚はC I, D III, D IVおよびA Iの各区画, すなわち主に南方の土地からの冷たい流入水に影響される場所で採捕された。なお北方からの流入水の影響を受けるA Iの区域で, 体長が66 mmの個体を1尾採捕したが, これは例外といえよう。これらの結果から, 出水時の水田におけるドジョウは, 大型魚と小型魚とが, 出水前よりも明確に住みわけを行なっていることが推察される。

次に第1と第2実験とは, とともに同一水田を使用して実験を行なったから, 両者を合わせて, 性比および体長組成をしらべた。すなわち採捕尾数は雌47尾, 雄47尾, 性別不明28尾, 総計122尾で, 各々の総数に対する割合は, それぞれ38.5%, 38.5%, および23.0%で, 雌雄の割合は同一である。

捕獲魚の体長組成は第22図に示した通りである。この図でみると雌は雄よりも大型魚が多く, 体長が

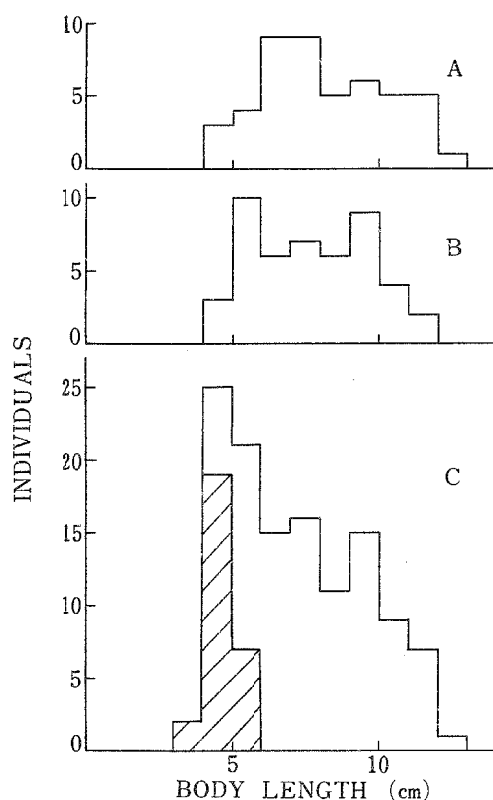


Fig. 22. Frequency distribution of body length of loach trapped in a paddy field.

Note: A, female; B, male; C, total.

100 mm以上の個体は雄6尾に対して雌11尾である。雌雄および性別不明魚を合わせたところの体長組成は, 体長が40~49 mmに重心がみられ, それ以下の体長では急激に, またそれ以上の大きさでは緩やかに度数が減少している。平均値は雌では 81.59 ± 7.08 mm, 雄では 76.91 ± 1.94 mmで前者の方が後者よりも大きく, 性別不明の魚をも含めた全捕獲魚では 71.80 ± 1.39 mmである。

第3実験: 第1および第2実験の結果から, ドジョウの水田における生息場所は, 大型魚と小型魚とで相違することが判明した。これらの実験はドジョウの生活適温(20~30°C)外の温度で, しかも水田の部分によってかなりの温度差がある環境下で行なったから, 魚の住みわけを生ぜしめた真因子としては当然温度が考えられる。そこで本実験では, ドジョウの大型魚と小型魚の生息場の相違が温度に起因し, 大型魚は高温域に, また小型魚は低温域にそれぞれ分布すると仮定し, 水田の温度がドジョウの適温範囲内にあって, しかも各区域の温度がほぼ等しい場所を選んで実施した。したがって, もしも上記の仮説が正しいならば,

本実験では、大型魚と小型魚との生息場の相違は生じないはずである。供試水田の形状および捕獲実験の結果は第23図に示した。

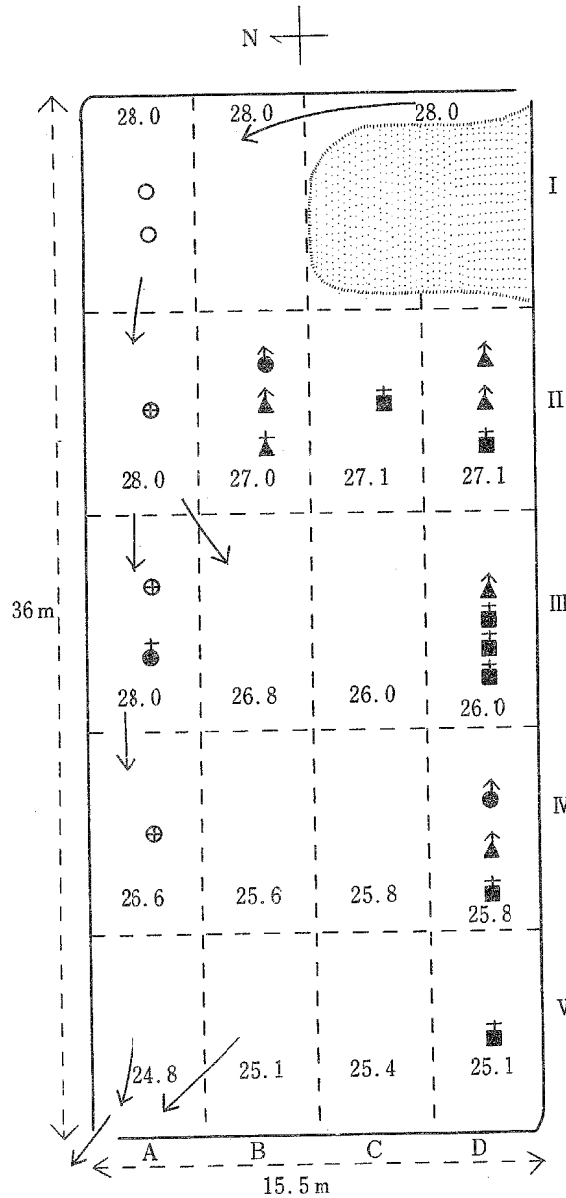


Fig. 23. Difference in the habitat preference of loach observed between the individuals of the different size groups. Marks are the same as those of Fig. 20.

供試水田は東西に長く、その四方は、それぞれ他の一毛作田に接している。注水口は1カ所で、D Iの南東部に位置し、流入水はC I、B IおよびA Iへと北上し、そこから西方に向きを変える。C IとD Iの2区画は、泥土が堆積し、水路以外の区域には水がない。したがって笊を設置した区画は、これらの2区画を除いた18区画である。水温は注水口附近およびA I、A II、A IIIの各区画では28.0°Cで最も高く、排水口のあるA Vでは24.8°Cで最も低い。泥土の層の厚さは、上述の実験に供試した水田におけると同じく、各

区画とも2 m以上に達し、水深はAⅠ, AⅡ, AⅢ, BⅡ, CⅡ, CⅤ, DⅡ, DⅢ, DⅣおよびDⅤ, すなわち排水口附近の区画を除いた周辺の区画では10 cm以下で浅く、排水口に接するAⅤ, BⅣおよびBⅤの区画では20~50 cmで深い。水は清澄で、深所を除いた各地区には、フサモがまばらに生えている。ドジョウ以外の生息生物の種類はフナ、メダカおよびドンコの3種で、このうちフナが最も多く、水田の中央または排水口の近くの深所に生息していた。捕獲した魚の尾数は、雌11尾、雄8尾、性別不明2尾、合計21尾である。

魚の捕獲場所はAⅠ, AⅡ, AⅢ, AⅤ, BⅡ, CⅡ, DⅡ, DⅣおよびDⅤの各区画、つまり水田の周辺部のうち、排水口附近を除く各区画である。この傾向は、第1および第2実験の結果と全く一致する。

魚の捕獲された区画の水深はいずれも10 cm以下で浅く、それより深い場所では魚は全く採捕されなかった。魚体の大きさとその捕獲場所との関係を見ると、体長が69 mm以下の小型魚は、AⅠ, AⅡ, AⅢおよびAⅤの各区画、すなわち流入水の影響を受ける場所で、また体長が70 mm以上の大型魚はAⅢ, BⅡ, CⅡ, DⅡ, DⅢ, DⅣおよびDⅤの各区画、つまり流入水の影響が少ないか、または全くない場所で、それぞれ採捕された。なお流入水の影響を受けるCⅢの区画で、体長85 mmの大型魚が獲れたが、これは例外といえよう。このようにドジョウは、その生息適温下で、しかも区域的に温度差の少ない水田においても、その生息場所は大型魚と小型魚とで相違する。したがって大型魚と小型魚との住みわけの真因子が温度であるという仮説は棄てられる。

考 察

犬飼(1938)はドジョウ網を使用して、札幌附近の河川における淡水魚の移動について実験を行ない、次のような結果を得た。すなわち月別の採捕尾数は、4月25日1尾、5月15日0尾、6月13日11尾、7月6日0尾、10月8日3尾、11月4日11尾、11月12日1尾で、6月、10月および11月初旬が、他の月に比べて多い。これは移動中の魚が採捕されたものと考えられ、その時期は本実験の河川における季節的分布の実験結果とほぼ一致している。このような移動現象は、青柳(1957)によるとドジョウ属のうち、ホトケドジョウ *Lefua echigonia*、シマドジョウ *Cobitis biwaie* およびタイリクシマドジョウ *Cobitis taenia* においてもみられ、ホトケドジョウでは冬季は小川の深所に、またシマドジョウおよびタイリクシマドジョウでは春とともに産卵期に入るに先立ち、雌雄は群をなして冬の生息地である大川から附近の小川へ、それぞれ移動するという。

ドジョウは雨天の際には、その他の天候時に比べて動作が著しく活発となり、小さい落差のある流れをとり越えて浜上する性質があり、このような現象は養魚池(B.養魚池における分布)、河川および水田などで、しばしば観察される。この事実から6月から7月にかけて行なわれる移動の動機となる主な要因は、梅雨による出水と考えられる。

この移動の目的は、その時期が本魚の当地方における産卵期またはその直前の時期にあたることから、産卵を目的として行なわれるものと思われる。ところで、第3表に示した月別の捕獲尾数が5月では22尾、6月では26尾、7月では7尾、8月では29尾、9月では20.5尾で、7月初旬の尾数は他の月のそれよりも著しく少ない。この原因は、魚が釜を設置した各定点を流れる川から、産卵のためにさらに網目状に出ている小さい溝へ移動したためと思われる。

また、秋季に川上から川下へ向かって移動する動機は、水田の落水による溝渠の減水に起因し、またその移動目的は、川上よりも水量が多く、泥土の層が厚い川下へ、冬季の安全な潜伏場所を求めて行なわれるものと考えられる。

永田川の生物相についての実験は、ドジョウが季節的移動を行なうと思われる時期に実施したので、その

捕獲場所の範囲は、ドジョウの常時生息場所の区域を意味するものではなくて、夏季の生息区域から冬季の生息区域への移動の範囲を示している。このような見地から、本実験結果を検討すると、ドジョウが第Ⅱ区よりも上流域で採捕されなかったことは、これらの地域に生息しないか、または、生息していてもその数量がきわめてわずかであることを示すものであろう。したがってドジョウの季節的移動は、主に平地の範囲内で行なわれ、山間部と平地間に起こる移動は稀な現象と思われる。この原因は、山間部は平地と比較して夏季における水温が低く、流速が早く、流域に水田および泥土の底質を有する溝渠が少なく、天然餌料の発生が少量といった本魚の生息に不利な環境条件を多く備えているためであろう。

冬季の河川におけるドジョウの分布は、川の底部の性状と密接な関係があり、凹部で、しかも泥土の層が厚い区域ほど高密度である。この原因は、泥土へ潜入する機会の多少と自己保存の2つに大別されよう。まず前者について述べると、大多数の河川では常時水の流れている場所、いわゆる水路は、川面の1部分であり、川の底部のうち、高所を含めた場所にまで水が達するのは、出水時に限られる。ところでドジョウが川下へ向って移動する時期は雨量の少ない秋であって、水は水路のみを流れている場合が多く、したがって魚はこの区域に潜入する機会に恵まれていることになる。そしてドジョウの潜入形跡を示す泥土上の開孔部と泥中におけるその潜伏場所との間の水平距離は、一般にごくわずかであることから、潜入する機会の多い凹所が、その機会の少ない高所よりも魚の生息密度が高いものと思われる。次に後者は無機環境と生物環境に対する個体維持にわけられる。そのうちの前者に属する主な要因は、乾燥であろう。すなわち冬季におけるドジョウは、河川における分布実験で示したように、泥土中に湿気がある限り如何に水がなくても生存を続けることができる。というのはERMANN (1808), LORENT (1878), 美濃部 (1924), BUSNIZA (1931), 末広 (1933) らが報告したように、ドジョウは鰓呼吸だけではなくて、腸呼吸、つまり口から空気を吸入し、毛細管のよく分布している中腸以下の消化管壁でガス交換を行なうことができるからである。それ故、呼吸に対して必要な水の量は、他の魚類にみられるほど多量ではなく、場合によっては短期間であれば、水がなくても耐え得る。しかし、ドジョウにとっては水分は是非とも必要である。すなわち周囲に湿気がある場合はある程度生存を続け得るが、周囲が乾燥し、皮膚が乾くと短時間で死ぬ。冬季河川におけるドジョウの斃死は、魚が秋季に何らかの形で移動を阻止され、硬い底質環境下に残され、さらに水が枯れた場合に多く生ずる。つまり魚は十分に潜入することができないで乾燥し、いわゆる日干の状態となる。したがって凹所または泥土の層の厚い環境は、その反対の環境よりも湿気が多く、ドジョウの個体維持に有利であろうと想像される。さて次の生物環境要因としてはゴイサギ、シラサギ、ネコ、イタチおよびテンなどの外敵があげられ、これらのうちゴイサギの害は大きい。とくに水の枯れた場所では、この鳥の足跡および糞が多数見受けられる。これらの外敵に対して、泥の層が厚い場所では、十分に体をかくすことが可能であって、やはり個体維持に適した環境といえよう。冬季、乾燥地域において、多数のドジョウが塊状をなしている場合が見受けられたが、これは上述した体の乾燥を集団で防止する、いいかえると無機環境に対する一種の適応と思われる。

夏季における養魚池の分布についての実験で、晴天時には餌場よりも日陰の場所にドジョウが密集する結果を得た。この事実は本魚の飼育池の設計、投餌および採捕上重要なことで、ウナギにけると同様に池の1部に日陰の場所を作り、そこを餌場とすれば、魚の摂餌は常時行なわれ、生産を高めるとともに、それらの捕獲にも便利であろう。

水田におけるドジョウの分布についての実験結果から、その生息場は体長が70 mm以上の大型魚とそれ以下の小型魚とで相違すること、さらに第3実験の結果からこのような相違をもたらす真因子が温度ではないことを、それぞれ知り得た。ところでこの原因は、次の理由からなわばりや水流によるのではなくて、大型魚と小型魚間にみられる食性の相違と考える。すなわちなわばりを否定する理由は、ドジョウは友喰や摂餌上の競争を行なわず魚体の大きさの変異度が生産量に影響を及ぼさないからである(久保田ら, 1957)。次に水流と考えられない理由は、第1および第3実験では小型魚は大型魚よりも流れのある場所で採捕されたが、

第2実験ではその逆に大型魚の方が小型魚よりも流速が早く、しかも流量の多い場所で採捕されたからである。さて、ドジョウの食性は未成魚と成魚とは相違し、その転換期は体長が約70~80 mmの大きさに達したところである(久保田, 1961 a)。すなわち未成魚では昆虫およびその幼虫、あるいは小型甲殻類を主体とした動物性餌料であり、成魚では藻類および珪藻を主体とし、それに若干の甲殻類を混じえた植物性と動物性の混合餌料である。ところで本実験結果について考えると、第1および第2実験では山間からの流入水を受け、また第3実験では灌漑用水の影響を直接受けたような場所では、小型魚の餌料となる小動物が、さらにこれらの流入水の影響を直接受けない場所では大型魚の餌料となる藻類および珪藻が存在していたために、こうした生息場の相違を生じたものと思われる。

水田におけるドジョウは、その周縁部でしかも注水口に近い場所に多く分布し、排水口の近くには分布しない。そこで本魚の飼育田の構造としては、注水口を数カ所設置し、肥料および農薬の散布を行なう場合には、適宜に注水場所を変えてドジョウの分布状態を変化させるならば、それによる被害を僅少に止めることができよう。

摘 要

河川および養魚池ならびに一毛作田におけるドジョウの生態的分布についてしらべた。その結果を要約すると次の通りである。

1. 永田川におけるドジョウは、中流域および下流域に分布し、とくに下流附近の底質が泥土である支流に多産する。
2. 永田川においてドジョウと同一場所に生息する魚種は、フナ、メダカ、ドンコおよびウキゴリの4種である。
3. ドジョウは梅雨期に川上へ、秋季に川下へ向かって、それぞれ移動する。これらの移動は、前者では産卵、後者では自己保存を目的とした冬眠のために行なわれ、またその動機は、前者では降雨に伴う出水、そして後者では水田の落水に伴う減水によるものと思われる。
4. ドジョウは冬季に泥中に潜伏する。その際1つの孔に1尾を原則とするが、乾燥地域では多数の魚が塊状をなしている場合がある。これは体の乾燥を防止するための一種の適応と思われる。
5. 冬眠中のドジョウの方向は、頭部が尾部よりも高い位置にある個体が最も多く、ついで両者が水平の高さにある個体、そして尾部が頭部よりも高い位置にある個体は稀である。
6. 冬季におけるドジョウの生息密度は、日当たりと日陰の場所とで相違しない。
7. 冬季河川におけるドジョウの生息密度は、川の凹所、つまり水路の方が高所よりも大きい。
8. 冬季ドジョウの生息密度は、泥土の層の厚い区域の方がうすい区域よりも高率である。
9. 冬季ドジョウの泥中における潜伏深度は、魚が大きいほど深い。
10. 魚が冬眠を終って泥中から水中へ出現する時期は、深さ約10 cmにおける泥の温度が約13°C以上に達した時である。
11. 夏季のドジョウは、晴天時には日陰の場所に多く分布し、餌場と日陰とが相対する位置にある時には、魚は後者の区域に多く分布する。
12. ドジョウは曇天時には、餌場に多く分布する。
13. 飼育池におけるドジョウは、雨天には池壁にそって活発に遊泳し、その方向は時計の針と反対方向に廻る場合が多い。
14. 冬季飼育池におけるドジョウは、魚溜りおよびその附近に密集する。
15. 水田におけるドジョウは、水田の周縁部で、しかも注水口に近い場所に多く分布し、排水口の近くには分布しない。

16. 水田におけるドジョウは、体長が 70 mm 以上と以下の個体では、生息場が相違する。この主な原因は両者間の食性の相違によるものと思われる。

文 献

- 1) 阿部 圭, 1935: 鱸の養殖法. 大日本水産会, 東京.
- 2) 青柳兵司, 1957: 日本列島産淡水魚類総説. 大修館, 東京.
- 3) BERG, L., 1940: Classification of fishes, both recent and fossil. *Trav. l'Inst. Zool. l'Acad. Sci. l'URSS*, **5**(2).
- 4) CHEN, T.F., 1951: Check-list of the species of fishes known from Taiwan (Formosa). *Quarterly Jour. Taiwan Mus.*, **4** (3,4).
- 5) 江口弘・疋田豊彦, 1952: 灌漑溝の水質と魚態の総合調査. 水産試験, **7** (1,2).
- 6) 藤田 正・久保田善二郎, 1952: ドジョウの養殖. 水産界, **809**.
- 7) GÜNTHER, A., 1868: Catalogue of the fish in the British Museum. **7**. London.
- 8) 半田芳男・荒木勝二, 1930: 湖沼調査, 第1編. 大沼, 小沼, 葦菜沼調査. 北水試水産調査報告, **21**.
- 9) 原日五十吉, 1943: 海南島淡水魚類譜. 海南海軍特務部政務局黎族及其環境調査報告, **2**.
- 10) 本城市次郎・浅野黎子, 1948: ドジョウの光反応. 生物, **3** (3,4).
- 11) 犬飼哲夫, 1938: 札幌附近の小河川における淡水魚の移動について. 陸水学雑誌, **8** (3,4).
- 12) 蒲原稔治, 1950: 土佐及び紀州の魚類. 高知県文教協会.
- 13) 可児藤吉, 1952: 木曾王滝川昆虫誌. 木曾教育会.
- 14) 久保田善二郎・松井 魁・白羽根元二・吉武嘉甫, 1957: ドジョウの増殖に関する研究—I. 種苗の魚体の大きさが生産量に及ぼす影響. 本報告, **7** (1).
- 15) ———, 1961 a: ドジョウの生態に関する研究—II. 食性. 本報告, **11** (1).
- 16) ———, 1961 b: ドジョウの増殖に関する研究—III. 精子の保存について. 本報告, **11**(1).
- 17) 美濃部 熙, 1924: ドジョウの腸呼吸との関係. 動雑, **36** (430).
- 18) 宮地伝三郎, 1940: 満州産淡水魚類, 関東州及満州国陸水生物調査書.
- 19) 森 為三・内田恵太郎, 1934: 補訂朝鮮魚類目録.
- 20) 丹羽 弥, 1936: 地理的分布より観たる木曾川水系の魚類. 名古屋生物学会記録, **4** (1).
- 21) 岡田弥一郎・木場一夫, 1928: 奄美大島動物相の紹介. 東京高等師範学校博物学会誌, **36**.
- 22) ———・内田恵太郎・松原喜代松, 1935: 日本魚類図説. 三省堂, 東京.
- 23) ———・木場一夫, 1936 a: 沖繩島及びその近接島嶼の脊椎動物目録. 沖繩博物学会会報, **1** (1).
- 24) ———・———, 1936 b: 北海道陸水系瞥見. 植及動, **4** (1,2).
- 25) ———・中村守純, 1950: 日本の淡水魚類. 日本出版社, 大阪.
- 26) 大島正満, 1940: 魚. 三省堂, 東京.
- 27) 末広恭雄, 1933: 泥鰌の腸呼吸を簡単に証明する実験. 動雑, **45** (542).
- 28) 田中小次郎, 1947: 鱸の魚体に及ぼす塩基性土壌の影響について. 香川水試報.
- 29) 谷本保夫, 1948: 鱸の飼い方. 泰文館, 東京.
- 30) 内田恵太郎, 1939: 朝鮮魚類誌. 第一冊, 糸鱚類, 内鱚類. 朝鮮水試報, **6**.
- 31) 上野益三・宮地伝三郎, 1935: 上高地及び梓川水系の水棲動物. 岩波書店, 東京.
- 32) VLADYKOV, V.D., 1935: Secondary sexual dimorphism in some Chinese Cobitid fishes *Jour. Morph.*, **57** (1).