

# 魚類の饑餓に及ぼす水中溶質の影響

高橋 仁 助

(熊本大學教育學部)

Effects of the solutes in water upon the starvation of fishes

Nisuke TAKAHASI

(Fac. Education, Kumamoto Univ.)

緒言 著者は昭和 14 年ドジョウ (*Misgurnus anguillicaudatus Cantor*) の絶食飼育を上水道水(以下、上水と呼ぶ)中にて行う代りに、0.4% 蔗糖水(以下、蔗水と呼ぶ)、同%葡萄糖水(以下、葡水と呼ぶ)及 KNOP 氏液中にて行う時は、其餓死に到るまでの期間(以下、生息日数と呼ぶ)を或程度まで延長せしめ得べしと報じ、續いて同 16 年ドジョウを用いて CRONE 氏液(以下、C 氏液と呼ぶ)中における絶食飼育実験を行い、同液も亦前記諸液と同様の影響を魚体に與うるものなることを實證し、C 氏液中の溶質が同魚の饑餓に基く致死速度に對し抑制的に作用するものなりと結論した。

其後著者は I) 上水及 C 氏液を用いてコイ (*Cyprinus carpio Linnaeus*), オイカワ (*Zacco platypus Temminck et Schlegel*), ウナギ (*Anguilla japonica Schlegel*), 及カムルチー (*Ophicephalus argus Cantor*) を絶食飼育して其生息日數に溶質的差異による影響の現否を糺し、II) 雌雄ドジョウを上水及 C 氏液中に絶食飼育し其生息日數に雌雄的差異ありや否やを驗し、III) 雌ドジョウを上水、蔗水及葡水中に絶食飼育し其体重減少率に溶質的差異を示すや否を究め、いささか其等に關する知見を得た。

然し本研究に供した魚數や實驗回數が甚だ少なく、従つて其等より信頼し得る程度の生物測定學値を誘導算出し得難いようなものが多く、加之、供試魚の年齢、体重、体長、實驗區間の對照魚數實驗期日等においても甚だ一致を欠いているものが多い。従つて其等を總合的に關聯せしめて誘導し得たところの結論は未だ完全な域に達したもとは言い得まいが、然し大綱においては大過ないものと信ずるので茲に公表することとした。

## 1. C 氏液とコイ、オイカワ、ウナギ及カムルチーの生息日數

方法 對照實驗法を採用し、用水の質的差異に基き C 氏液區と上水區とを設け、其等を相對せしめて試験區と對照區とに組織した。各區に配する魚數は可及的に相等しいようにつとめたが、供試魚入手の關係上又は罹病等のため時として多くの差あるを免れない。又各區に配された魚は水質の一点において異なるのみで、他は殆ど全く同一條件下にあるようにした。即ち同一大の容器に同量の供試用水を盛り、それに可及的同一量の魚体を配し、投餌を絶ち、日々容器を清洗し同時に用水を更新し、死魚は逐次取除き、同室内に置き、室温下で實驗した。而して溶質の魚体に及ぼす程度及影響の有無の認定は其等兩區の魚が實驗開始當時より餓死に至るまでに要した日數の比較に基いた。又病死と餓死との區別は口唇と鰭の腐蝕、糜爛、充血及鱗の逆立、剝離等の体表的病徴の有無に依つた。

魚を收容すべき容器は徑 30cm, 深さ 15cm の硝子鉢で、用水量は各器共 5 立とし、それに魚種及魚体の大小を考慮し、後記の如き魚數を收容した。供試魚は何れも實驗前 0.7% 粗製食塩水中に約 30 日間投餌を絶ちて放養し、不消化物を去り、漁獲時の傷を醫し、同時に虚弱なるものを除き成るべく個体間における健康度に大差ないようにつとめた。コイ、オイカワ、ウナギ及カムルチーは何れも同年齡のものを對照實驗したが、ドジョウは其習性上、同年齡の多數個体を同時に漁獲することが困難な事情にあるので、其供試魚中には形態的及生理的に大差あるものあるを免れない。

用水は大阪市修道町片山化学薬品店販賣の化学用薬品と熊本市上水道水とによつて調製して得た C 氏液と純上水道水の 2 種とした。C 氏液調製に際しては其組成要素の一である  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  を普通用量の 1/50 に減じ、液の混濁を防いだ。

### 経過及結果

実験 A. コイ：体長 2.7~4.0cm, 平均 3.2cm の當歳魚を C 氏液區に 111 尾、上水區に 104 尾を配し、1 器に 20~25 尾を容れ、昭和 15 年 7 月 24 日より同年 10 月 20 日まで実験した。其結果、C 氏液區魚の生息日数は 24~89 日、平均  $46.8 \pm 1.156$  日、上水區魚のそれは 26~72 日、平均  $33.7 \pm 0.820$  日で、前者は後者より平均  $13.1 \pm 1.417$  日長命した。

実験 B. コイ：体長 2.7~4.0cm, 平均 3.2cm の當歳魚を C 氏液區に 43 尾、上水區に 38 尾を配し、1 器に 19~22 尾を容れ、昭和 16 年 7 月 24 日より同年 10 月 9 日まで実験した。其結果、C 氏液區魚の生息日数は 27~78 日、平均 49.6 日、上水區魚のそれは 26~57 日、平均 35.7 日で、前者は後者より平均 13.9 日長命した。

実験 C. コイ：体長 9.0~12.4cm, 平均 10.9cm の 2 歳魚を C 氏液區に 18 尾、上水區に 22 尾を配し、1 器に 1 尾を容れ、昭和 18 年 5 月 26 日より同年 11 月 7 日まで実験した。其結果、C 氏液區魚の生息日数は 71~166 日、平均 109.6 日、上水區魚のそれは 67~126 日、平均 87 日で、前者は後者より平均 22.6 日長命した。

実験 D. コイ：体長 10.6~14.0cm, 平均 12.9cm の 2 歳魚を C 氏液區に 5 尾、上水區に 8 尾を配し、1 器に 1 尾を容れ、昭和 15 年 7 月 24 日より同 16 年 5 月 7 日まで実験した。其結果、C 氏液區魚の生息日数は 161~281 日、平均 233.8 日、上水區魚のそれは 83~288 日、平均 206.6 日で、前者は後者より平均 27.2 日長命した。

実験 E. オイカワ：体長 1.5~2.8cm, 平均 2.0cm の當歳魚を C 氏液區に 125 尾、上水區に 160 尾を配し、1 器に 40~41 尾を容れ、昭和 16 年 9 月 9 日より同年 9 月 29 日まで実験した。其結果、C 氏液區魚の生息日数は 8~21 日、平均  $13.2 \pm 0.187$  日、上水區魚のそれは 3~18 日、平均  $11.9 \pm 0.220$  日で、前者は後者より平均  $1.3 \pm 0.289$  日長命した。

実験 F. ウナギ：体長 6~13.2cm, 平均 6.9cm の稚魚を C 氏液區に 36 尾、上水區に 41 尾を配し、1 器に 36~41 尾を容れ、昭和 16 年 5 月 30 日より同年 10 月 1 日まで実験した。其結果 C 氏液區魚の生息日数は 49~125 日、平均 82.1 日、上水區魚のそれは 11~111 日、平均 41.0 日で、前者は後者より平均 41.1 日長命した。

実験 G. カムルチー：体長 13.2~17.7cm, 平均 16.2cm の 2 歳魚を C 氏液區に 8 尾、上水區に 6 尾を配し、1 器に 1 尾を容れ、昭和 17 年 6 月 11 日より同年 12 月 27 日まで実験した。其結果、C 氏液區魚の生息日数は 107~200 日、平均 160.8 日、上水區魚のそれは 110~200 日、平均 157.5 日で、前者は後者より平均 3.3 日長命した。

### 考察及結論

以上、C 氏液區と上水區との成績を比較するに、其等兩區魚の餓死し始むるに至るまでの日数には大差ないが、実験時日の増加するにつれ、後者は前者に比し常により多くの餓死魚を生じ、遂に必ず早期に死滅し終るを見る。然るに其等兩區は唯單に水質の一点に於いて異なるのみであるから其等兩區間に現れた実験結果の差異は偏に其水質の差、即ち溶質の作用に基因するものと認めざるを得ない。依之 C 氏液中の溶質は上記の魚類の饑餓に因る致死速度に對し抑制的に作用するものなりと判定することが出来る。

さて、C 氏液は上記魚類の生息日数を増大せしむる効果あるものであるが、然らば上水に比して其効率如何と問うに、供試魚數及實驗回數の極めて僅少な現在にあつては其れを確的に明言し得ないが、大体 1.5 倍程度のものではないかと思われる。何となれば上述の實驗例中供試魚數の比較的

多いコイ兒の平均生息日数は上水 33.7 日 (魚數 104 尾)、C 氏液 46.8 日 (魚數 111 尾) で、前者と後者との比は 1: 1.39 であり、又次述のドジョウの平均生息日数は上水 307.2 日 (魚數 618 尾)、C 氏液 500.3 日 (魚數 323 尾) で、前者と後者との比は 1: 1.63 であり、尙又、著者が昨年 (昭和 16 年發表) ドジョウ (雄) を供試した結果では上水 333 日 (魚數 62 尾)、C 氏液 494 日 (魚數 60 尾) で、前者と後者との比 1: 1.48 であつたからである。

### 2. ドジョウの雌雄性と生息日數

著者は往年 (昭和 16 年) ドジョウの雌雄性、特に其生殖素の性状差が此種の實驗成績に影響あるべきを顧慮し、供試魚として雌をさけ雄のみを採用したが、此度は雌雄共に供試魚として使用し其等を C 氏液及上水中に絶食飼育して餓死せしめ、其生息日數に雌雄的差異が見らるるか否かを確めた。

**方法** 供試魚の取扱、其他万般殆ど 1 の場合と同様とし、C 氏液區と上水區を對照とすると共に其等各區に雌魚群と雄魚群とを設け對照實驗を施行した。供試魚の体長は雌 9.8~14.7cm, 平均 11.5 cm, 雄 9.0~13.0cm, 平均 10.5cm である。

### 結果及考察

上記實驗の結果を表示すれば次の通りである。

用水區	上水道水區				Crone 氏液區			
	♀ 群		♂ 群		♀ 群		♂ 群	
生息日數 (魚數)	平均生息日數 及(供試魚數)	生息日數 變異幅	平均生息日數 及(供試魚數)	生息日數 變異幅	平均生息日數 及(供試魚數)	生息日數 變異幅	平均生息日數 及(供試魚數)	生息日數 變異幅
a 組	306.0 (10)	287~328	335.4 (21)	275~439	563.3 (57)	341~669	554.6 (44)	331~667
b	366.1 (28)	260~539	369.4 (38)	240~537	567.1 (85)	317~683	491.8 (37)	311~633
c	236.9 (35)	221~255	235.7 (37)	173~260	350.5 (21)	254~542	330.4 (59)	231~528
d	339.9 (12)	260~393	338.3 (12)	275~361	639.1 (8)	561~686	624.8 (12)	561~672
e	295.2 (12)	275~309	286.0 (25)	252~295				
f	275.9 (58)	128~459	242.5 (26)	102~438				
g	249.8 (24)	191~315	208.9 (46)	161~270				
h	360.8±2.101 (120)	256~401	345.6±3.021 (114)	224~393				

備考 實驗開始期の同一なるものは同一組欄に記入した。

上表を通覽するに、C 氏液區魚も亦上水區魚も概して雌は雄より長命で、特に C 氏液區魚においてそれが甚だ顯著である。今、各區同一組に屬する雌雄の平均生息日數を夫々比較して見るに、C 氏液區にあつては各組共に雌は雄より長命であるが、上水區にあつては總計 8 組中 2 組 (a, b) のみが雌は雄より短命であるが、他の 6 組 (c, d, e, f, g, h) では何れも雌は雄より長命である。又同一區内の同一組に屬する雌雄の生息日數變異幅に見らるる最小、最大兩値を夫々比較吟味すると殆ど常に、兩値共に雌は雄より大で、特に C 氏液區にあつては全く例外なくそうである。尙、上表各組を總括して同區雌雄群間に現れた平均生息日數を比較して見るに、上水區雌 (299 尾) は 316.1±4.220 日、同雄 (319 尾) は 301.9±4.146 日、であつて前者は後者より 14.2±51.918 日多く、又 C 氏液區雌 (171 尾) は 542.6±8.765 日、同雄 (152 尾) は 457.9±10.652 日、前者は後者より 84.7±13.773 日多い。依之觀之、少なくとも本實驗の範圍内では、雌は雄に比し耐餓力が大である

と結論しても大過ないものと思われる。

而して絶食飼育にあたり雌が雄に比し長命なる理由としては、形態的、生理的、生化学的等種々の性的差異を推定し得るが、就中一見其差の顯著に明瞭なるは兩者の体重である。即ち雌は雄に比し其体重が著しく大であると言うことである。斯くの如く雌は雄に比し体重的に優つているから、其饑餓に對する耐力がより大であるべきは推定に難くない。然し若し雌の生息日数が雄のそれに比し大であると云ふ事實が、唯單に体重的に優つていることにのみ基因するものならば、同性異性を問はず体重の大なるものが其小なるものに比し常にその生息日数が大であるべき理であるが、既報（昭和 16 年）にも見られる如く、事實は必ずしも然らずして、体重の大なる個体がその小なるものよりも生息日数が小である場合も多々存在するから、雌雄の生息日数差は一方体重的差に支配せられると共に他方体質的差にも依存するものと認めざるを得ないのは勿論である。

### 3 飼育水中に溶存する糖の種類とドジョウの体重減少率

著者は昭和 14 年ドジョウを蔗水及葡水中に絶食飼育する時は上水中に絶食飼育するよりも其生息日数を延長せしめ得べしと公表したが、此度は糖の種類と体重減少率との關係を知り、併せて魚の經濟的營養の能否問題に資せんがため本實驗を施行した。

**方法** 供試魚の取扱其他何れも殆ど皆 1 の場合と同様とし、雌魚を材料として對照實驗を施行した。用水は何れも 1 日、2~3 回新水と交換し、同時に容器を洗淨し、魚をして常に清澄なる水中にあらしめ、溶質の變質に因る影響を可及的に少なからしむるようにした。實驗魚は供試前、濕潤したガーゼに包みて其体重を計量し、且死後における体重の測定に便せんがため必ず体長の著しく異つた數個体を組合せて同一容器内に收容して絶食飼育した。体重の減少率は實驗開始前の体重と死後におけるそれとの差及生息日数とに基いて計出した。

#### 経過及結果

**實驗 1.** 上水區に体重 4.4~26.8g, 平均 12.3g のもの 26 尾、蔗水區に体重 4.7~19.3g, 平均 12.6g のもの 25 尾、葡水區に体重 5.2~24g, 平均 12.9g のもの 24 尾を配し、昭和 16 年 1 月 11 日より 17 年 10 月 10 日まで實驗した。

上水區魚の生息日数は 233~522 日、平均 394 日で、其最小、最大各生息日数を示した各個体の体重減少率は夫々 53.2%, 42.2% である。体重減少率は 20.8~61%, 平均 43.9% で、1 日平均 0.11% である。

蔗水區魚の生息日数は 211~638 日、平均 460.6 日で、其最小、最大各生息日数を示した各個体の体重減少率は夫々 53%, 51.1% である。体重減少率は 35~60.4%, 平均 50% で、1 日平均 0.11% である。

葡水區魚の生息日数は 230~630 日、平均 463.4 日で、其最小、最大各生息日数を示した各個体の体重減少率は夫々 55.4%, 41.4% である。体重減少率は 20.7~58.3%, 平均 41.1% で、1 日平均 0.09% である。

**實驗 2.** 上水區に体重 5.7~12.7g, 平均 8.9g のもの 20 尾、蔗水區に体重 7.1~12.5g, 平均 9.6g のもの 19 尾、葡水區に体重 8.9~13.6g, 平均 11.2g のもの 18 尾を配し、昭和 16 年 3 月 7 日より 17 年 10 月 8 日まで實驗した。

上水區魚の生息日数は 127~457 日、平均 310.9 日で、其最小、最大各生息日数を示す各個体の体重減少率は夫々 25.3%, 47.0% である。体重減少率は 21.2~67.7%, 平均 40.4% で、1 日平均 0.13% である。

蔗水區魚の生息日数は 221~498 日、平均 417.9 日で、其最小、最大各生息日数を示す各個体の体重減少率は夫々 43.3%, 44.0% である。体重減少率は 27.7~61.0%, 平均 47.9% で、1 日平均 0.12% である。

葡水區魚の生息日数は 288~581 日、平均 441.5 日で、其最小、最大各生息日数を示す各個体の体重減少率は夫々 34.8%, 38.1% である。体重減少率は 18.0~62.8%, 平均 45.5% で、1日平均 0.10% である。

實驗 3. 上水區に体重 4.4~26.8g, 平均 12.2g のもの 16 尾、蔗水區に体重 4.7~23.2g, 平均 11.8g のもの 20 尾、葡水區に体重 5.1~24.0g, 平均 12g のもの 20 尾を配し、昭和 16 年 10 月 8 日より 18 年 7 月 22 日まで實驗した。

上水區魚の生息日数は 216~381 日、平均 309.5 日で、其最小、最大各生息日数を示す各個体の体重減少率は夫々 53.6%, 42.9% である。体重減少率は 42.9~65.7%, 平均 56.7%, 1日平均 0.18% である。

蔗水區魚の生息日数は 345~654 日、平均 477.8 日で、其最小、最大各生息日数を示す各個体の体重減少率は夫々 62.1%, 66.8% である。体重減少率は 44.9~66.8%, 平均 58.5% で、1日平均 0.12% である。

葡水區魚の生息日数は 317~639 日、平均 529.8 日で、其最小、最大各生息日数を示す各個体の体重減少率は夫々 55.0%, 58.5% である。体重減少率は 49.4~63.9%, 平均 55.0% で、1日平均 0.10% である。

以上は個々の實驗結果であるが、今、其等を同一水區ごとに總括して 1 尾當りの生息日数及体重減少率を夫々吟味して見ると、上水區魚の生息日数は 345.4 日、体重減少率は 46.5%, 1日平均 0.13% である。次に蔗水區魚の生息日数は 453.3 日、体重減少率は 52.2%, 1日平均 0.12% である。最後に葡水區魚の生息日数は 478.5 日、体重減少率は 46.3%, 1日平均 0.10% である。即ち飼育水の如何を問わず何れも其体重の約 50% を失うて餓死し、而かも其生息日数に顯著な差を示している。

依之觀之、ドジョウを上水、蔗水及葡水に夫々絶食飼育する時は、上水中のもの最も短命に、蔗水中のものはそれより少しく長命に、葡水中のものは最も長命なりと結論するも大過ないものと言ひ得よう。

## 考 察

今、上述の結果に基き、何故に上記 3 水區魚が夫々其生息日数を異にするかを吟味するに、彼等の生活環境は唯、水質の一点においてのみ異なり、他は全く同一な条件を具備しているから、各區魚間に見らるる生息日数差は偏に水質を異にする飼育水の影響に歸因するものと認めざるを得ない。詳言すれば、上水は何等、魚の榮養となるべきものを保有していないが故に饑餓を阻止すべき何等の手段なく、ために早期に餓死するものと解すべく、反之蔗水及葡水は何れも糖分を含有しているから魚がそれを攝取し、それに依つて饑餓の度を幾分減殺し、死期の到來を遅延せしめ得たものと解し得る理である。

然らば水中に溶解した有機物が如何なる作用によつて魚体内に攝取せられたか？これに對しては次の 2 つの場合を想定することが出來よう。即ち經口的作用と經膚的作用とである。周知の如く魚類は水分を經口的に攝取しないことを通則とするから、水中溶解物質が經口的に魚体内に浸入する機會は食物と共に嚥下せらるるような特殊の場合のみに限られるものと認めるのが至當である。然るに供試魚は全然給餌なしに飼育せられたのであるから、飼水中に溶存する糖分を經口的に攝取する機會が殆ど全く存在せぬものと認定し得る。然しドジョウには水面に浮上し空気を嚥下呼吸する習性があるから、實際に空氣と共に少量の水を飲下する可能性が充分に存在する。著者はこの事實を實證せんがため、飼育水面を流動パラフィンにて覆い、それにドジョウを放ち十数日後剖檢せるに、固形化したパラフィンの薄膜が腸の一部に滯溜しあるを實見した。依之、著者は上記葡水區のドジョウが上水區のものに比し長命なる原因の一つは、彼等が腸呼吸に際し、空氣と共に糖水を飲下し、其れによつて幾分饑餓を醫し得たことに依るものなりと信ずる。

以上は糖水區魚が上水區魚に比し生息日数が大なりとの事實に対する解釋であるが、然らば葡水區魚が蔗水區魚に比し生息日数の大なるは如何なる理由に依るだらうか？

周知の如く葡萄糖は蔗糖に比し其營養化が容易であるから、魚が溶質たる糖分を營養として攝取利用する場合には葡水區魚が蔗水區魚に比し保健上はるかに有利な境遇にありと言わなければならない。依之、葡水區魚が蔗水區魚に比し長命なる理由も主として之れに依存するものと認めざるを得ない。然し著者の考察では兩糖水區魚間の生息日數的差異が單に蔗糖と葡萄糖との消化管内における消化吸收の難易にのみ基くものか否は未だ疑問の存するところであつて、著者は寧ろ其主因を次に述べるような、其等兩糖の經皮的吸收の能否に求めるのが妥當ではないかと考える。

抑々水産動物が水中に溶解する有機營養素を經皮的に攝取し得るや否については研究者間に種々の異論の存するところであつて未だ解決の域に達していない。例えば魚類につきてはPÜTTER(1908)はその可能性を説き、LIPSCHÜTZ (1910) はそれを否定している。又兩棲類の幼生につきてはKRIZENECKY (1923, *Rana fusca*) 及 ESAKI (1926, *Hyla arborea japonica*) は陽性的結果を報じ、BOCK (1924, *Siredon*) は陰性的結果を公表している。

斯くの如き状態であるから、著者は今俄にドジョウの經皮的營養の可能性を主張することを憚らざるを得ないのであるが、蔗糖の如く轉糖作用を受くることによりてのみ初めて吸收可能となるものはいざしらず、葡萄糖の如く其儘吸收せられて營養原となり得るものは、其生理的及藥理的性狀其他種々の生物學的事實より推察して、其經皮的吸收の可能性を信ぜんとするものである。而して今、若し葡萄糖のみが經皮的に攝取せらるるものと假定するならば、葡水區魚は經口的にも亦經皮的にも營養原の補給を受くることとなるから、唯單に經口的のみ其れを受くる蔗水區魚に比し長命なるべきは蓋し當然の歸結なりと認めなければならない。

## 摘 要

1. コイ、オイカワ、ウナギ及カムルチーを C 氏液中及上水中で夫々絶食飼育すれば、ドジョウの場合と同様に、C 氏液區魚は上水區魚に比し長命である。之は魚が溶質を其生活に利用することに歸因するものと思われる。
2. 絶食飼育せられたドジョウは C 氏液中においても上水中にあつても、雌は雄より長命であるこれは主として雌雄の體質的差に因るが、一部は雌が雄に比し其体重が著しく優つていると言う形態的事實にもよるものであらう。
3. ドジョウの雌を上水、蔗水及葡水中に夫々絶食飼育すると、其生息日数は上水中のもの最小に、葡水中のもの最大に、蔗水中のもの前二者の中間に位する。而して此飼育水の水質的差異による生重日數差は、水中溶質即ち糖質の存否と其等兩糖の化學的特質に基く吸收作用差に因るものらしい。葡水區魚が蔗水區魚に比し長命なりとの上述の事實が、唯單に兩糖の經口的吸收作用の難易に歸せらるべきものか、それとも經皮的吸收作用(若し可能ならば)の難易にか、果亦、其等兩者に歸すべきものかは確實に證明し得ないが、若しそれが經口的吸收作用にのみ歸し得ないものとすれば、上記の兩糖水區魚の示す事實は魚類の經皮的營養に關する Pütter 氏説に好都合な一資料を提供するものではないかと思われる。

## 引 用 文 献

- 1) Bock, F. 1924: Zur Frage der Ernährung von Amphibien-Larven durch im wasser gelöste Nährstoffe. Zool. Anz., lxi.
- 2) ESAKI, S. 1926: Zur Frage der Ernährung von Amphibien-Larven durch im wasser gelöste Nährstoffe und andere Lösungen. Folia Anatomica Japonica, iv, Heft 1.
- 3) KRIZENECKY, J. 1923: Experimentelle Untersuchungen zur Frage nach der Ernährung der Wassertiere

durch gelöste Nährstoffe. Zool. Anz. lviii.

- 4) LIPSSHÜTZ, A. 1919: Zur Frage über die Ernährung der Fische. Zeitschr. f. allg. Physiol. xvi.
- 5) PÜRTER, A. 1908: Die Ernährung der Wassertiere. Zeitschr. f. allg. Physiol., viii.
- 6) —. 1909: Die Ernährung der Fische. Zeitschr. f. allg. physiol., ix.
- 7) 高橋仁助 1939: ドジョウの餓死に及ぼす水中溶質の影響につきて (豫報) 日本學術協会報告, xiv 第2號.
- 8) —. 1941: ドジョウの餓死に及ぼす水中溶質の影響につきて (續報) 日本學術協会報告, xvi 第2號.

### Résumé

In 1939 the present writer reported that the adult loaches, *Misgurnus anguillicaudatus* CANTOR kept, without giving any food, separately in the sugar solutions (0.4% solution of cane sugar and that of grape sugar) and in Knop's solution, survived those kept in the plain fresh water, starving more slowly to death. Next, in 1941, he found that the solution of Crone (the quantity of  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  used was reduced to 1/50 of proper dosage) gave also the same effects upon the adult loach as did the foregoing ones.

Afterwards, in order to know the effects of the matters dissolved in water upon the starvation of fishes, experiments were carried on fishes such as *Cyprinus carpio* (infant and of 2 years), *Zacco platypus* (infant), *Misgurnus anguillicaudatus* (adult), *Anguilla japonica* (montée) and *Ophicephalus argus* (2 years). Each species of fish was kept separately in the solutions of cane sugar, of grape sugar and of Crone as well as in the plain fresh water, giving no food until they starve to death. The results may be summarized as follows :-

1) When compared with the fishes in the plain fresh water, those in each of these solutions lived considerably longer, utilizing the solutes for their living.

2) In *Misgurnus*, the resistance to starvation varies with the sexes, being more tenacious in female than in male. This may be explained mainly from the sexual difference of viability, but in part from the morphological fact that the female is superior to the male in the quantities of its genital organ and body.

3) The duration of life of female loach differs with different kinds of sugar, being longer in the solution of grape sugar than in that of cane sugar. This seems to have much to do with the chemical properties peculiar to these sugars which require their respective absorptive actions from the fishes, when the sugars are utilized by the fishes as their nutriment.

But it is very difficult to prove with certainty whether the above difference shown by the fishes in these sugar solutions is due to the hardness or easiness of sugar absorption by intestine, or to that by integument, if it be possible, or to both of the two. However it may be, if the above difference can not be proved to be simply due to the intestinal absorption, it might probably furnish a valuable datum which is in favour of PÜRTER's theory concerning the fishes' integumentary nutrition of the dissolved organic matter in water.