

養鰻池水の流速に関する一考察

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	松井, 魁
巻/号	21巻3号
掲載ページ	p. 105-109
発行年月	1973年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



養鰻池水の流速に関する一考察*

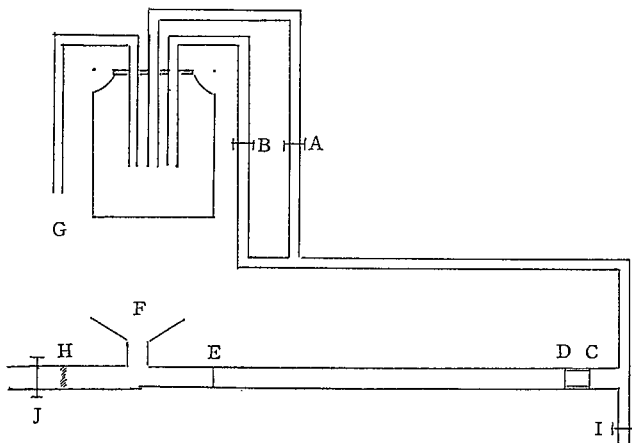
松 井 魁
(水産大学校)

緒 言

近年養鰻技術上、単位面積当りの生産量を増加する方途の1つとして、酸素の補給と活力を与えるために、止水式養鰻法では池水の流動、循環式養鰻法などでは、池水の交換回数などが問題となっている。この共通点は流速に対する鰻の行動限界が基本となると考えられる。すなわち、鰻の遊泳速度の限界を越えた流速は時間の経過と共に魚体を維持する熱量を浪費するかあるいは消耗し、鰻の成長、餌料効率などに影響をおよぼす結果となる。したがって、当面する養鰻法の改進について、鰻に疲労しない为好適な刺激を与え、しかも酸素の補給率が有効な範囲で、より効果的な方法を構ることが必要である。ここでは池水の流動に至適した流速に注目して2、3の小実験を行い考察を試みた。

実験方法

a. シラス鰻(体長5.0~6.2cm)の水流に耐え



第1図 実験装置

うる能力を測定するため、流速調節可能な硝子管(口径2cm)を準備した。管内の水流を種々変化させた場合、鰻が流れに向かって1mの距離を遊泳するに要する時間(完泳時間)が測定できる。さらに流速を高めてゆくと鰻の遊泳に耐えうる限界流速も求められる。

この実験装置は第1図に示す通りであって実験前に一定圧力下で、A、Bを通じH(網戸)、Jから排水する。接着部がゴム管になっているC点で注射針により青インクを管内に注入し、これがDからE点までの1mの距離を流れる速さを10~15回反復測定して、流れが安定するのを待って流速とした。さらに実験後に測定して再確認した。流速の調節はA、B、Jにおけるコックの開閉によった。

供試魚はFから毎回5尾を投入して遊泳を完了した個体について測定した。

b. 大型鰻(体重22~315g)では、延長12m、溝幅が10cm、25cm、50cmの3種の板で囲った水路を用い、それぞれ流量が13.3cm³/sec、12.8~30.8cm³/sec および50cm³/sec になるように調節し、水路の傾斜を調節することによって、流速が18.2~22.0cm/sec、66~90cm/sec、100~107cm/sec、123~126cm/sec、133cm/secの4段階になるようにしてそれぞれの条件で実験した。

実験結果

a. シラス鰻

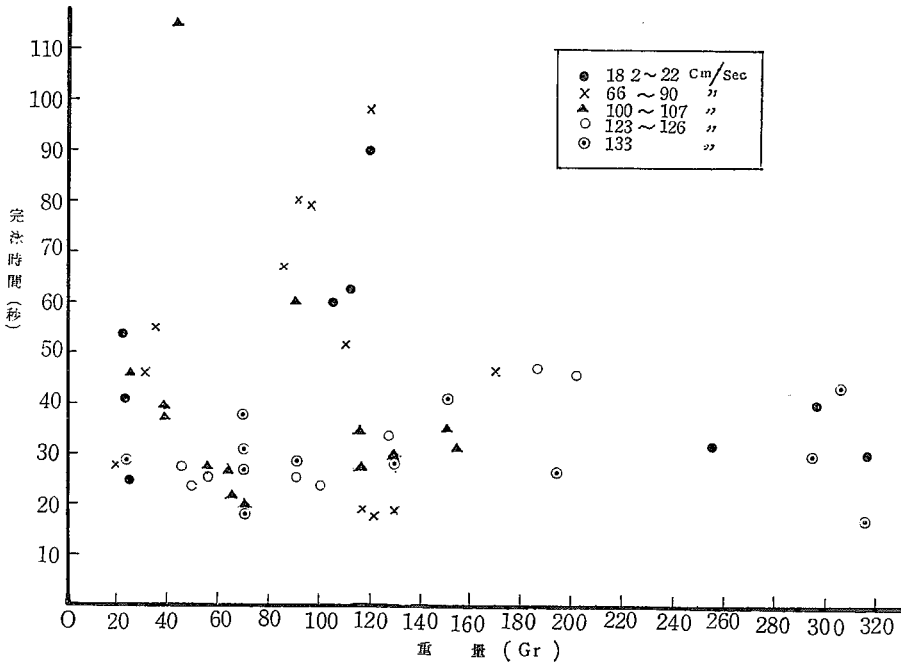
測定結果は第1表のとおりである。

1mまで完泳した個体は流速が19.6~41.5cm/secの間であって43.67

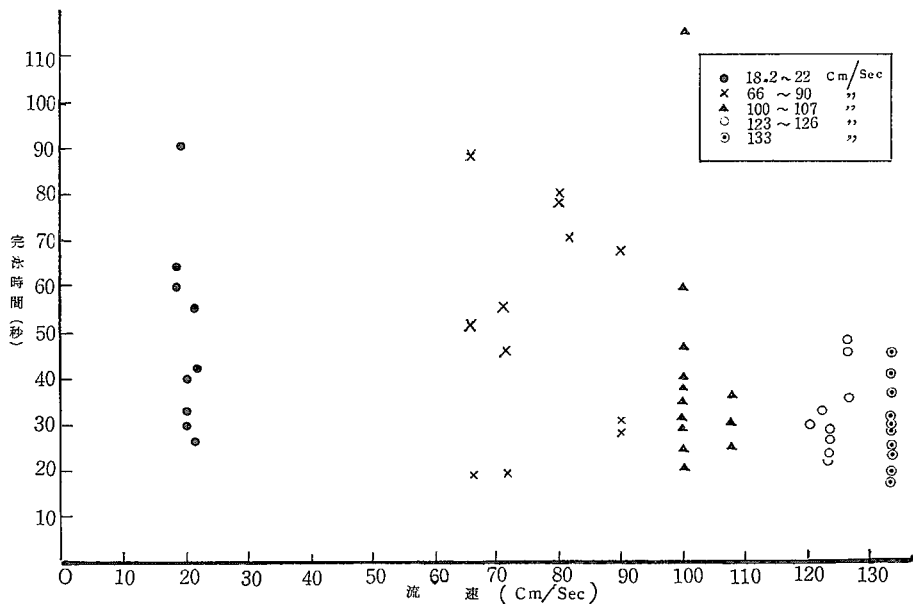
* 水産大学校業績 第701号(昭和48年11月13日受理)

第1表 流速と完泳時間と個体数との関係

流速 cm/sec	完泳時間 (秒)		個数体	50cm まで達した個体
19.60	5.8	4.8	4	1尾
25.65	9.2	15.4	5	
27.93	4.2	5.2	2	3尾
29.85	10.8	5.8	3	2尾
30.12	8.4	7.0	3	2尾
30.30	7.0		2	1尾 80cm, 2尾 50cm まで
32.68	20.2	4.8	3	2尾 70cm まで
34.13	8.2		1	1尾 80cm, 2尾 60cm, 1尾 20cm まで
34.25	7.3		2	1尾 1cm, 2尾 50cm まで
35.72	6.6	10.8	3	2尾 90cm まで
35.98	12.0	16.0	4	1尾 60cm まで
37.60	9.5		4	1尾 20cm まで
38.10	7.7	10.1	2	1尾 20cm, 2尾 60cm まで
38.61	12.1		1	1尾 80cm, 3尾 50cm まで
39.53	7.8	24.8	3	1尾 80cm, 1尾 40cm まで
39.68	—		0	2尾 80cm, 3尾 30cm まで
41.50	13.0		1	9秒で 80cm, 15秒で 70cm
43.67			0	10cm 付近で停止
44.85			0	20cm 付近で停止



第2図 鯀の重量と完泳時間との関係



第3図 流速と完泳時間との関係

cm/sec 以上では 10~20 cm の地点に 6.2~10.4 秒で達した後停止状態を示し、それ以上は遊泳することが不可能であった。したがって、この実験では遊泳可能な流速限界は 41.5 cm/sec であり、完泳時間は 4.2~24.8 秒であるが流速との関係は明白でない。

b. 大型鰻

18.2~22.0 cm/sec, 66~90 cm/sec, 100~107 cm/sec, 123~126 cm/sec, 133 cm/sec の 4 段階の各流速における鰻の重量と完泳時間ならびに流速と完泳時間の関係は第 2, 3 図に示したとおりである。

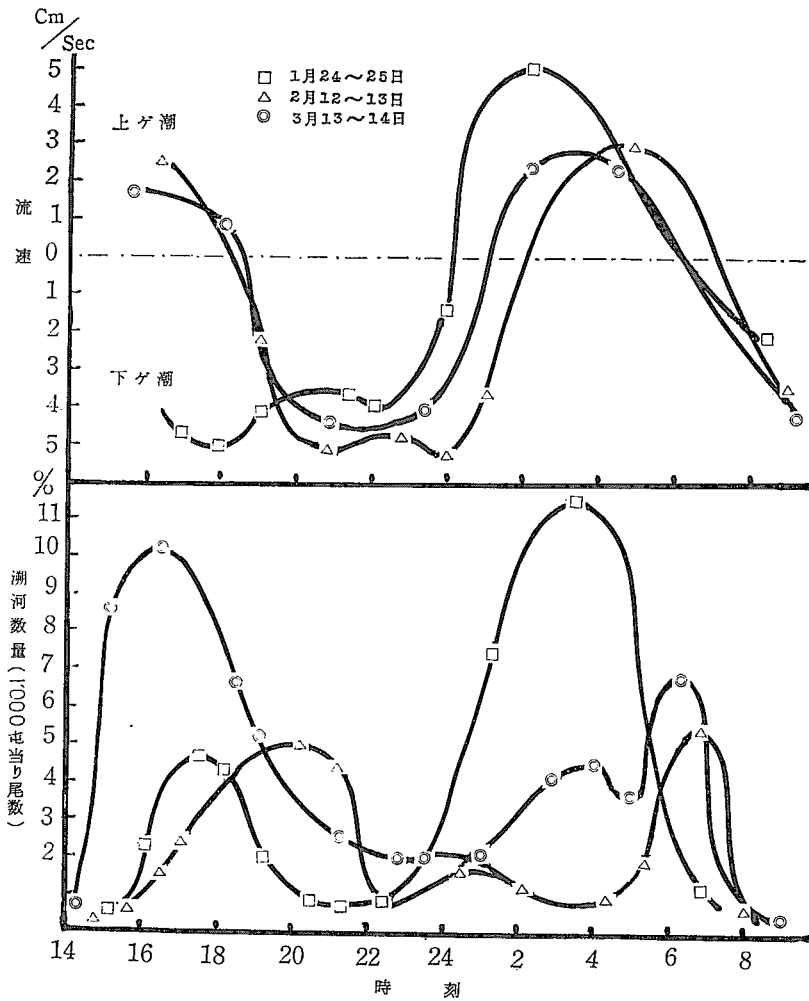
すなわち、体重が 125~320 g までは 18.2~133 cm/sec の流速には無関係で 50 秒以内に完泳し、それ以上の時間を要しない。しかし、体重が 120 g 以内のものでは流速が低いほど長い完泳時間を費す傾向がある。しかし個体によっては例外を示すものがある。所要時間は 17~115 秒で普通 25~60 秒を示す。しかし、体重が 250 g 以上では 30 秒前後で完泳する。流速と完泳時間との関係は明瞭な差異が認め難い。流速が速い場合には完泳時間が

短い傾向があるようである。

考察：シラス鰻は SCHMIDT (1915) によると接岸の過程で月によって異なり、9 月から 1 月には 1.2~2.3 cm/sec, 2 月には 23 cm/sec, 3 月には 34 cm/sec である。DEELDER (1952) によると自力で 15 cm/sec, MEYER and KAUL (1952~'53) は 61~69 cm/sec, CREUTZBERG (1961) は 10~22 cm/sec の流れの時にはシラス鰻の趨流性が増加するが、潮流が 36~39 cm/sec になると正常な行動を示さなくなるとした。中村他 (1968) は利根川における掛袋網によるシラス鰻の溯河時の流速と数量との関係の昼夜観測をした。この資料を著者が要約整理して図示すると第 4 図のとおりである。これによると、溯河数量が、上潮に多く、下潮に少ないことは松井 (1952, 1959) に一致する現象であるが、溯河が観測された速流は 6~59 cm/sec である。

シラス鰻の溯河量が最多、最低を示す時の河川の流速は第 2 表に示すとおりである。

すなわち、前述した既往業績は遊泳に耐える速度が 6~59 cm/sec であって、本実験と近似した



第4図 シラス鰻の流速と溯河数量との日中変化 (中村資料に基づく)

第2表 最多, 最低の溯河量と流速との関係

干満	溯河量 期日	流速	
		流速 cm/sec	
		最多量を示した時	最低量を示した時
上潮	1月24~25日	29	39
	2月12~13日	20	19
	3月13~14日	18	13
下潮	1月24~25日	21	31
	2月12~13日	33	38
	3月13~14日	21	36

値を示している。

大型鰻については SÖRENSEN (1951) によると水温 20°C で体長 7~10cm では 60 cm/sec, 10~15°C では 90 cm/sec, 15~30cm では 150 cm/sec 以上であり, 循環水槽における明るい所では体長 8~13 cm では 60 cm/sec の流速が限界である。また BLAXTER 他 (1959) によると水温が 10~15°C で体長 60 cm では 114 cm/sec が最高速度であった。一方下り鰻については TRYBON and SCHNEIDER (1908) によると 57 cm/sec, 普

通 17 cm/sec, 昼間天然光下では 75 cm/sec であるとし, LOWE (1952) は 5 cm/sec の海流にのる時には 73 cm/sec で遊泳するが 33 cm/sec の海流に向うと 50 cm/sec で急に疲労するとした。BRUUN (1957) は 58 cm/sec, BERTIN (1957) は 15~60 cm/sec, TESCH (1967) は 28~83 cm/sec であるとした。

本実験によると 18.2~133 cm/sec では完泳しているが, 体重が 125 g 以上では流速に無関係に完泳時間が短縮する現象が観察されるが, これは流速が遊泳能力に刺激を与へるものと考えられる。そこで前述の既往業績に基くと速度が 15~150 cm/sec を示し, 近似的な値であることが明白である。

結 論

魚体の大きさと流速との関係は正比例する傾向を示すけれども顕著ではない。また, 遊泳速度の差異の幅は大きいものではない。シラス鰻では 59 cm/sec が限界で適度な流速は 20~40 cm/sec であり, 養中または成鰻では 150 cm/sec が限界で 20~70 cm/sec が至適流速のようである。そこで止水式または循環式養鰻池において単位面積当りの生産量を増大するために, 酸素補給のほかに適度の運動による効果を目的とするための池水の流速はシラス鰻では最高 60 cm/sec, 養中では 150 cm/sec 以下を限界としてよいと考える。しかし, 周日流動の可否については問題がある。昼間は止水池では表層が過飽和酸素含有層であるから, 垂直流動によって下層の低酸素層に向けて可動し, 夜間は逆転する一方, 鰻の夜行性の本質的運動性に基いて, 池水が流動するだけ運動を強制され呼吸量が増加するから反って, 水中酸素含有量の減少を加速化する結果となる。したがって, 一般的には夜間は中止し昼間でも適宜流動を調節することを原則とする必要がある。なお, 本実験は流速に対する鰻の限界を求めることから池水の速動流度を推定したものであるが, この結果を 1 つの基準として各速流が鰻の生産に及ぼす影響につい

て実験し, 至適流速を検討することを期待している。

最後に本実験の 1 部に協力を賜った本校講師, 大林正美氏に感謝の意を表する。

文 献

- 1) BERTIN, L. 1957. Eels. A Biological Study. Philosophical Libray Inc., New York. 1~192.
- 2) BLAXTER, J.H.S. and W. DICKSON. 1959. Observations on the Swimming Speeds of Fish. Journ. Cons. perm int. Explor. Mer, 24, 472~479.
- 3) BRUUN, A.F. 1963. The breeding of the north Atlantic freshwater eels. Advances in Marine Biology. 1, 137~164.
- 4) CREUTZBERG, F. 1961. On the orientation of migrating elvers (*Anguilla vulgaris* Tust.) in tidal area. Netherlands Journ. Sea Research. 1(3), 258~338.
- 5) DEELDER, C.L. 1952. On the migration of the elver (*Anguilla vulgaris*) at the sea. J. du Cons. 18, 187~218.
- 6) LOWE, R.H. 1951. Factors Influencing the Runs for Elvers in the River Bann, North. Ireland. Ibid. 17, 299~315.
- 7) 松井 魁, 1952. 日本産鰻の形態, 生態並に養成に関する研究, 水講研報. 2(2), 1~245.
- 8) 松井 魁, 1959. シラス鰻の生態, 水増. 6(4), 2~8.
- 9) 松井 魁, 1973. 鰻学 (生物学的研究篇) 恒星社厚生閣, 1~283.
- 10) MEYER, d Kühl. 1952~53. Welche Milieu-Faktoren spielen beim Glasaalaufstieg eine Rolle? Arch. f. Fisch. 4. 87~94.
- 11) 中村守純他, 1968. 利根川河口堰建設事業に伴う水産動物に及ぼす影響予測解析調査, 水資源開発公団 1~228.
- 12) SCHMIDT, J. 1925. The breeding places of the eel. Ann. Rep. Smithsonian Inst. 1924 : 279~316.
- 13) SÖRENSEN, J. 1951. An Investigation of some Factors Affecting the Upstream Migration of the Eel. Annal Report of the year 1950 in the Institute of Freshwater Research. Drottningholm. 32, 126~172.
- 14) TRYBOM, F. & SCHNEIDER, G. 1908. Die markierungsversuche mit Aalen und die Wanderungen gekennzeichnete Aale in der Ostsee. Rapp. Cons. Explor. Mer, 9, 51~59.
- 15) TESCH, F.W. 1966. Wanderung markierter Aale in der Elbe bei Hochwasser und der Einfluss der Stanstufte Geesthacht. Wass. Bod. 18, 433~437.