

ウナギ延縄漁業の漁獲能率の推定とそれによる放流効果予測手法

久保田次郎・熊丸敦郎

1. はじめに

1980年以前の霞ヶ浦北浦では、冬期から春期にかけて、コイ、フナ、カラスガイ、イサザアミ等が漁獲の対象となり、ほとんど周年にわたって何等かの漁業を行うことができたが、最近ではこの期間に漁獲の対象となる適種が出現せず、長期間にわたって漁閑期が出現し、漁業の存続を脅かしている。この漁閑期を解消するための対策の一つとして、ウナギ延縄漁業が操業数は多くはないが最近見直されつつある。このウナギ延縄漁業が行われる条件の一つは、下流域からの遡上期待できないので、現在霞ヶ浦及び北浦漁業協同組合連合会等によって行われているウナギ種苗の放流が継続して行われることであるが、放流を効果あるものとするためには、放流の時期、種苗の大きさや放流適地等の放流方法の検討と同時に操業期間や操業数量等の漁獲強度を考慮した漁業管理が必要である。

こうした観点から本報告では、管理方法の検討を行うための情報として欠くことのできないウナギ延縄漁業の漁獲能率の値を推定し、この値を利用してウナギの放流効果の算定例を紹介する。

2. 資料

ウナギは延縄漁業及び定置網漁業(地方名称:張網漁業)によって全漁獲量の9割以上が漁獲されるので、これらの漁業について検討を行った。漁業別漁獲量は茨城農林水産統計年報¹⁾を使用した²⁾が、延縄漁業及び張網漁業の操業数は1965年以降については利用できる唯一の資料の1977年の資料を利用した。なお操業数は1日当りの総操業隻数である。

3. ウナギ延縄漁業の漁獲能率の推定

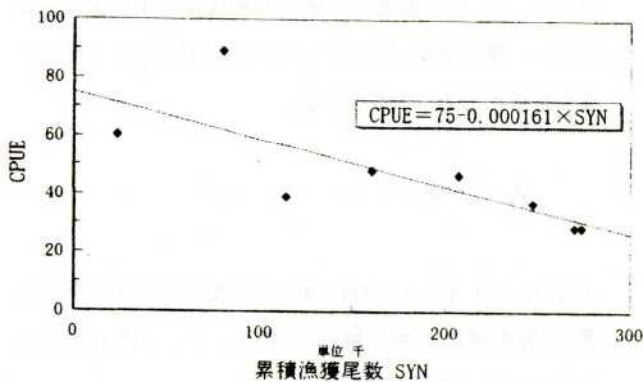
1977年の延縄漁業及び張網漁業によるウナギの月別漁獲量を第1表に示した。この漁獲重量から漁獲尾数を推定するためには、漁獲されたウナギの魚体重を知る必要がある。そこで1993~1995年に実施した延縄漁業聞き取り調査及び張網漁業漁獲物測定調査(本報告資料参照)から得られたウナギの平均体重139[g]を用いて一律に算定し、操業数で除し延縄漁業及び張網漁業のCPUE[尾/日]を求め、第1表に示した。

第1表 延縄漁業、張網漁業による月別ウナギ漁獲量(1977年)

[月]	延 縄 漁 業						張 網 漁 業						延縄+張網 累積尾数 [尾]
	漁労体数 [経営体]	出漁日数 [日]	漁獲量 [kg]	漁獲尾数 [尾]	累積尾数 [尾]	CPUE [尾/日]	漁労体数 [経営体]	出漁日数 [日]	漁獲量 [kg]	漁獲尾数 [尾]	累積尾数 [尾]	CPUE [尾/日]	
1													
2													
3	8	83	24	173	173	2.08	106	2739	181	1301	1301	0.48	1474
4	27	295	2478	17815	17987	60.39	212	4344	538	3868	5169	0.89	23156
5	48	539	6680	48023	66010	89.10	482	6917	1278	9188	14357	1.33	80367
6	31	363	1976	14206	80216	39.13	367	8583	2710	19482	33839	2.27	114055
7	30	328	2196	15787	96003	48.13	362	8333	4261	30633	64472	3.68	160474
8	50	219	1425	10244	106247	46.78	388	8715	5077	36499	100971	4.19	207218
9	17	127	655	4709	110956	37.08	373	8455	4954	35615	136585	4.21	247541
10	17	189	753	5413	116370	28.64	375	7704	2369	17031	153616	2.21	269986
11	11	113	450	3235	119605	28.63	371	6488	58	417	154033	0.06	273638
12	4	70					293	4077	33	237	154270		

ウナギ延縄漁業及び張網漁業による漁獲量は約半ばしているが、1977年当時は張網漁業の操業数がウナギ延縄漁業の10倍以上であり、この操業数が多いことが張網漁業による漁獲量の増大の原因である。CPUEで比較するとウナギ延縄漁業が28~90[尾/日]であるのに対し、張網漁業のCPUEは5[尾/日]以下であり、張網漁業のCPUEがウナギ延縄漁業の1/10以下であることが分かる。

このようにウナギ延縄漁業のCPUEが最も大きな漁獲能率を有するものと考えられるので、その1操業当りの漁獲量が資源量(現存量)に比例するものと仮定してDeLuryの方法²⁾を当てはめて総資源量を推定してみた(第1図)。



第1図 DeLuryの方法によるウナギ資源量の推定

一般にDeLuryの方法は、曳網等の能動的漁法に適要される方法であるが、第1図から明らかなように累積漁獲尾数(総累積漁獲尾数)とCPUEとの間に相関関係($r^2 = 0.57$)が成立し、この方法によってウナギ延縄漁業の漁獲能率や資源解析が可能であることが分かる。ウナギ延縄漁業のCPUEと総累積漁獲量SYNとの間には、次式の関係が成り立っている。

$$CPUE = 75 - 1.61 \times 10^{-4} \times SYN \dots \dots \dots (1)$$

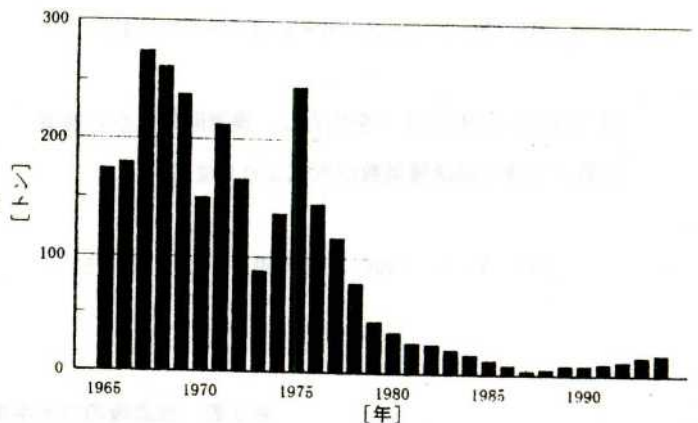
この式にCPUE = 0を代入して、SYN₀即ち資源尾数を求

めると、465839尾が得られる。

この時点のウナギ延縄漁業のCPUEは第1表に示したように89.1[尾/日]であるから、 $89.1/465839$ 、従って 1.91×10^{-4} が、ウナギ延縄漁業の漁獲能率となる。いいかえれば、ウナギ延縄漁業1回の操業を行うことによって現存資源尾数の約0.02%を漁獲することを示している。

4. 放流効果の算定方法

ウナギは、かつてはシラスウナギが太平洋から利根川をへて湖内に遡上して成長し、漁獲の対象となり年間漁獲量が400トンを上回ることもあったが、常陸川水門が閉鎖されるようになって遡上が妨げられるようになると漁獲量も減少し、最近では10トン以下、比較的漁獲の多い年でも10トン程度で推移している(第2図)。



第2図 霞ヶ浦北浦におけるウナギの年間漁獲量の推移

最近、霞ヶ浦、北浦漁業協同組合連合会でウナギの放流事業が実施されているので効果を推定し、更に効果あらしめるための手法の検討が重要である。

いま、N尾の放流を行った場合に、放流されたウナギは大部分は湖内で成長し漁獲されるが、一部は流入河川に遡上するなどして系外へ移出し、また、一部は何等かの原因によって自然死亡するものとする。系外への移出尾数や自然死亡尾数は資源尾数に比例するも

のとする、資源尾数の変化は、次式で表すことができる。

$$dN/dt = -q \cdot X \cdot N - a \cdot N - b \cdot N \dots (2)$$

ここで、 q 、 X 、 a 、 b 、及び t は、任意の漁業の漁獲能率、操業数、移出率、自然死亡率及び時間である。この内 q については、すでに $q = 1.91 \times 10^{-4}$ であることを明らかにした。 a 及び b については、1969年に実施した4042尾の標識放流の結果³⁾(採捕率21.9%)では、系外への移出や自然死亡は確認されていないので、それらの値は、比較的小さいものと考えることができる。したがって、上式は、

$$dN/dt = -q \cdot X \cdot N \dots (3)$$

で近似することができる。(3)式から累積漁獲尾数 SY_n は、

$$SY_n = N_0 [1 - \exp(-q \cdot X \cdot t)] \dots (4)$$

(4)式に $q = 1.91 \times 10^{-4}$ を代入し、操業回数 X から操業月数 t 月後の総漁獲尾数が次式より求まる。

$$SY_n = N_0 [1 - \exp(-1.91 \times 10^{-4} \cdot X \cdot t)] \dots (5)$$

5. ウナギの成長予測

漁獲量を予測するためには、(5)式の漁獲尾数にその時点の魚体重を乗じて求めなければならない。したがって、次に霞ヶ浦北浦におけるウナギの成長について予測する。

第2表 ウナギの湖内における成長(文献3より)

年	0	1	2	3	4	5	6
体重[g]	0.18	25	60	102	162	240	330

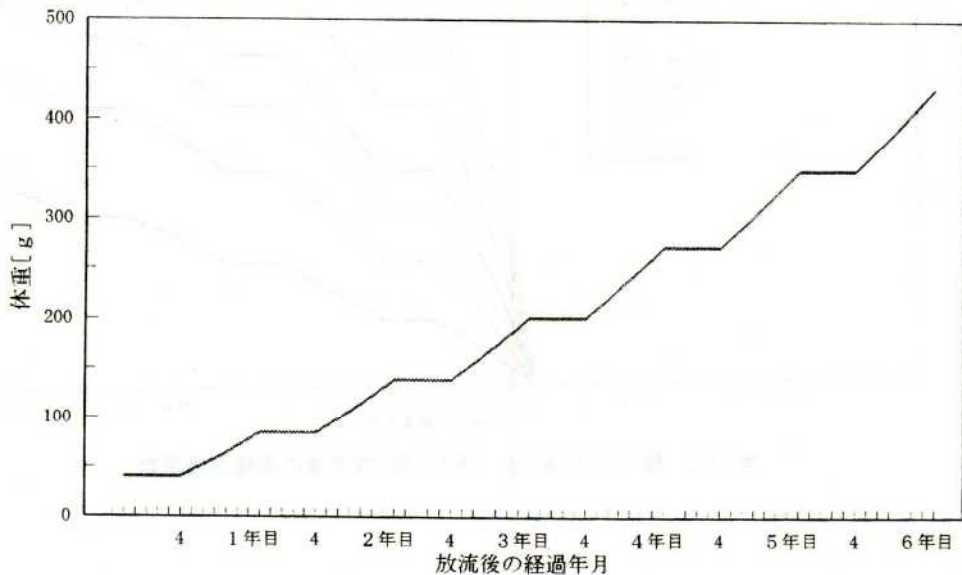
湖内におけるシラスウナギから成鯿にいたるウナギの成長については、1922年の茨城県水産試験場による報告⁴⁾がある(第2表)。湖内においてウナギが成長する期間は4月中旬～11月中旬の7ヶ月間である。したがって、11月に放流した種ウナギは翌年4月まで成長しない。第2表の1年(7ヶ月)毎の成長から1月毎の成長を求めると(6)式となる。

$$W = 1.086 \times t^{1.508} \dots (6)$$

(6)式により40g(1994～95年の放流ウナギの平均体重)の放流種ウナギが湖内で成長していく様子を示したものが第3表及び第3図である。

第3表 放流後のウナギの成長予測 体重[g]

月	4	5	6	7	8	9	10	11
1年目	40	46	52	58	64	71	78	85
2年目	85	92	99	107	115	123	131	139
3年目	139	148	156	165	174	183	192	202
4年目	202	212	221	231	241	252	262	272
5年目	272	283	294	304	316	327	338	349



第3図 放流ウナギの湖内成長予測

小型のウナギは商品価値が低いため、少なくとも140g以下のものについては再放流を行い、商品サイズとなってから漁獲するべきである。第3図に示したように、霞ヶ浦北浦においては40gの種ウナギを放流すると、3年目の4月以降には140g以上の販売対象となるウナギが漁獲されるようになり、5年目以降になると、270gを越える大きさに成長する。

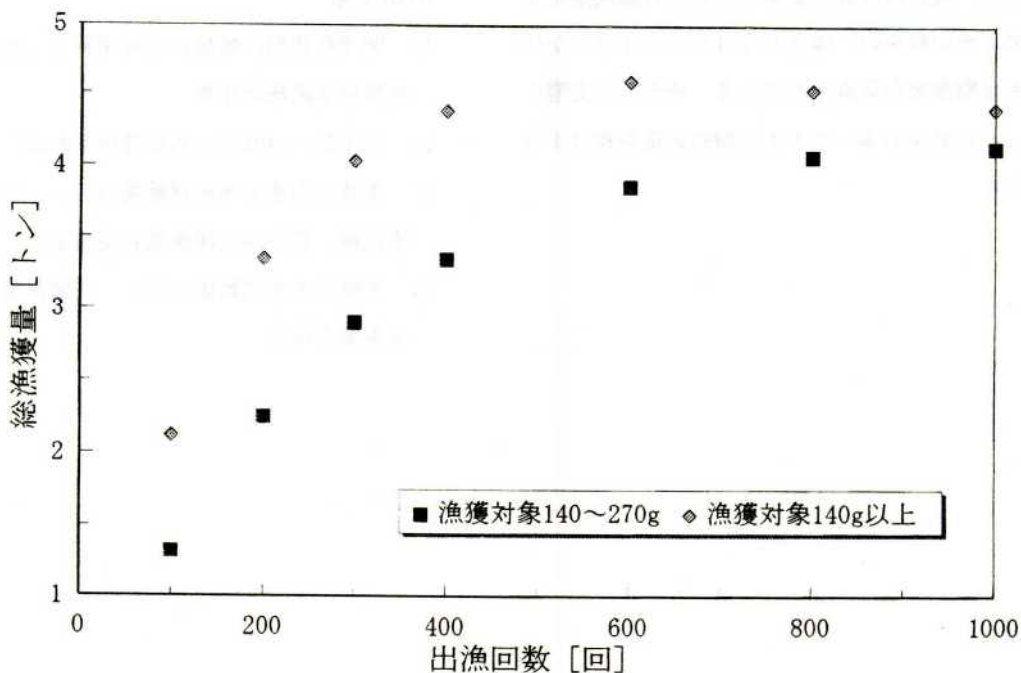
6. 操業数と放流魚の漁獲尾数、漁獲量の予測

操業数が多い場合には、1人当りの漁獲量が少なくなって放流事業は効果的でなくなるが、操業数が少なすぎる場合にも放流魚の回収効率が低いため5年間で回収される尾数、即ち単価の高いサイズで回収される尾数が少なくなる結果、放流事業の経済効率が低下

することになる。したがって、放流事業を検討する場合には、放流数量、放流サイズ、放流魚を漁獲の対象とする漁業の操業数を適正に選択しなければならない。

そこで、40gサイズの種ウナギを11月に1トン(25000尾)放流し、3年目の4月以降140g以上に成長したものを延縄漁業によって漁獲するものとして、1ヶ月の延縄漁業出漁回数：100, 200, 300, 400, 600, 800, 1000の各回数における漁獲状況を漁獲尾数及び漁獲量で表わしたものが第4図、第5図である。なお(5)、(6)式から、漁獲量SYは次式で表せられる。

$$SY = W \cdot N_0 [1 - \exp(-1.91 \times 10^{-4} \cdot X \cdot t)] \quad \dots\dots(7)$$



第6図 月間出漁回数と総漁獲量

7. 経済効果の算定

漁獲重量の予測については以上のとおりであるが、販売価格や水揚げまでにいたる間の経費等を考慮して最終的には経済効果の検討が必要である。

収入側についてみると、総水揚げにその時期のウナギの販売単価1500~2000円を乗じた金額が総収入となる。また、支出側については放流に要した種苗購入費やそれに付随する経費が主な経費であるが、その他には、放流されたウナギが湖内で成長する過程で捕食するハゼ類やテナガエビ等の水産資源の減耗を考慮しておく必要がある。霞ヶ浦に生息するウナギの食性については、茨城県水産試験場(1922)による報告⁹⁾があり、テナガエビ、イサザアミ、昆虫、タニシ及びハゼ類が主たる天然餌料とされている。最近では、イサザアミ、ユスリカ幼虫、タニシが少ないので、資源量の比較的豊富な小型のテナガエビが利用されているものと考えられる。また、その量は、餌料の転換効率が約15%であるとしてウナギの成長量の推定をするとウナギの成長量の約7倍の餌料となるテナガエビを捕食するものと考えられる。こうした条件を考慮すると放流による

経済効果[収益/トン・放流]は、次式で予測することができる。

$$SYp = (Pe - K \cdot Pr) \cdot W \cdot N_0 [1 - \exp(-1.91 \times 10^{-4} \cdot X \cdot t)] - P_0 \dots (8)$$

ここで、 Pe 、 Pr 、 K 及び P_0 は、それぞれウナギの販売価格、餌となるテナガエビやハゼ類の単価、それらの増肉計数(天然餌料のウナギへの転換効率の逆数)及び放流経費である。ここで仮に1トンの種苗を100万円で購入し、3トンの漁獲があり、販売価格の平均値及び天然餌料の単価がそれぞれ1800円及び100円であったとすると、収益は130万円となる。

8. おわりに

以上、ウナギ延縄漁業の漁獲能率を推定し、この値を基にいくつかの仮定を設定して放流効果算定の手順を示し、さらに4月から11月までの間に一定の操業を行った場合の、効果を算定した。ウナギ延縄漁業は、ウナギの漁獲量が低迷していた1980年以降は陰をひそ

めていたが、最近では冬期に数ヶ月にわたり漁閑期が生じるためにその解決の一環として3月から4月にかけてウナギ延縄漁業が見直されている。そうした実態を考慮し、一層効果の高いウナギの増殖対策を検討する必要がある。

引用文献

- 1) 関東農政局茨城統計情報事務所(1965～1995)：茨城農林水産統計年報
- 2) 田中昌一(1985)：水産資源学総論
- 3) 茨城県内水面水産試験場(1970)：ウナギの標識放流試験，霞ヶ浦北浦漁業対策調査
- 4) 茨城県水産試験場(1922)：茨城県霞ヶ浦北浦漁業基本調査報告