

クラスターサンプリングによる遊漁釣獲量の推定

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-04-24 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 北田, 修一 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014393

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



クラスターサンプリングによる遊漁釣獲量の推定

北 田 修 一*

(1992 年 2 月 24 日受理)

昭和 58 年と昭和 63 年 11 月に実施された第 7 次, 第 8 次漁業センサスの調査結果によると, 全国の船釣の年間遊漁者数はそれぞれ約 1,000 万人および 1,200 万人で増える傾向にある。最近の遊漁ブームの中で, マダイやヒラメの遊漁による釣獲が無視できなくなっているところも少なくない。特に大都市やその周辺ではこの傾向が顕著である。主な魚種の漁業による漁獲量は国の漁業養殖業生産統計年報に収録されているが, 遊漁については統計がない。種苗放流が積極的に行われている所では放流魚も遊漁の対象になっていることから, 遊漁釣獲量の推定は種苗放流の事業化を検討するうえで避けて通れない重要事項となっており, 水産試験場の調査による遊漁釣獲量の推定が試みられるようになってきた。神奈川県や京都府のマダイの調査では, 漁業による漁獲と同じあるいはそれ以上の釣獲があると推定されている^{1,2)}。水産庁が全国で実施する栽培資源調査でもこの問題を取り上げており, 推定法の検討や予備調査が行われている。県全体の推定を行った例としては京都府の報告³⁾や日本水産資源保護協会の調査報告³⁾などがあるが, 推定法については一般的に整理されている状態にはない。推定は点推定に留まっており, サンプリング計画の検討などに必要な誤差の評価は行われていない。遊漁釣獲量は放流経費の負担の問題を含んでいるため, 誤差の評価は今後重要になるものと考えられる。この論文の目的は遊漁釣獲量の推定量と誤差を定式化し, サンプリングについての検討を行うことである。

現行の調査方法とクラスターサンプリング

現在行われている代表的な調査方法は, 県内で対象種を釣獲する遊漁案内船から標本となる遊漁船を抽出し, 出漁した日に乗っていた遊漁者の対象種の総釣獲尾数を記録してもらう方式である。ここではこの場合の県全体での遊漁による対象種の総釣獲尾数の推定を考える。遊漁釣獲量の調査は遊漁船のサンプリングによって行われるのが一般的である。これは個人のいわゆるマイボートや陸からの釣獲量については調査が困難なため遊漁案内船に絞った調査とならざるを得ないためである。陸から釣られるものを無視してもよいとは限らないが, この問題はさておき, まず遊漁船による釣獲量の推定から考察してみよう。何人かの遊漁者を抽出する場合は, 船の抽出を第 1 段, 遊漁者の抽出を第 2 段とする 2 段サンプリングの問題として整理できる。この場合の総尾数の推定は, 市場調査による放流効果の直接推定法^{4,5)}がそのまま適用できる。乗船者すべてについて記録がとられる場合は, クラスターサンプリングとなる。クラスターサンプリングは, 2 段目を全数抽出する場合の 2 段サンプリングである。この論文ではクラスターサンプリングの場合の推定を考える。

推定量と誤差の評価

母集団の年間の遊漁総釣獲量 Y を推定する。対象魚種について記号を

N : 全遊漁船数 (既知)

M_o : 母集団の年間の総乗船者数 (既知)

M_i : 抽出された i 番目の船の総乗船者数 (既知)

n : サンプルとして抽出する遊漁船数

y_{ij} : 抽出された i 番目の船の j 番目の遊漁者の 1 人当たり釣獲尾数, または釣獲重量

とする。遊漁船の抽出が単純ランダム⁶⁾の非復元抽出で行われる場合, 総釣獲量の推定量としてつぎの 2 つ⁶⁾が適当である。

遊漁船 1 隻当たりの平均釣獲量に N をかけてひきのばす推定量は

* 日本栽培漁業協会調査課 (〒116 東京都荒川区荒川 2-1-5)

$$\hat{Y}_U = \frac{N}{n} \sum_{i=1}^n Y_i \quad (1)$$

で、これは Y の不偏推定量であり、 $Y_i = \sum_{j=1}^{M_i} y_{ij}$ である。

一方、1 人当たり平均釣獲量に M_o をかけてひきのばす推定量

$$\hat{Y}_R = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n M_i} M_o \quad (2)$$

は単位（船）の大きさを用いた比推定量である。

これらの分散はそれぞれ

$$\hat{V}(\hat{Y}_U) = \frac{N^2(1-f)}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}, \quad (3)$$

$$\hat{V}(\hat{Y}_R) = \frac{N^2(1-f)}{n} \frac{\sum_{i=1}^n M_i^2 (\bar{Y}_i - \bar{y})^2}{n-1} \quad (4)$$

で推定される。ここで、 $f=n/N$ 、 $\bar{Y} = \sum_{i=1}^n Y_i/n$ 、 $\bar{Y}_i = Y_i/M_i$ 、 $\bar{y} = \sum_{i=1}^n Y_i / \sum_{i=1}^n M_i$ である。

$\hat{Y}_R$ では総人数 M_o が必要である。一方、 $\hat{Y}_U$ ではこの逆で M_o はいらない。総船数 N はいずれにしても必要である。

精度の向上とサンプリングの工夫

この節では前節の推定量を用いる場合の精度の向上と遊漁船のサンプリング方法について考察する。不偏推定量の分散 $\hat{V}(\hat{Y}_U)$ の要素をみると、船間の変動に依存している。船間の変動が大きい場合は、精度は悪くなる。一方、 $\hat{V}(\hat{Y}_R)$ は遊漁者間の変動に依存している。各船の 1 人当たり平均釣獲尾数 $\bar{Y}_i$ の変動が小さいほど精度がよい。これは、遊漁者間に腕の差がない場合に相当する。すなわち M_i と Y_i に相関があるときには、精度がよいことが予想される。

神奈川県では、県内で操業する 23 隻の遊漁船を標本として抽出し、調査を実施している。以下では平成元年度の結果⁷⁾をもとに、精度の向上とサンプリング方式について具体的に検討する。神奈川県は 1 隻当たり釣獲尾数は 9 月から 12 月で大きく、年で見るとかなり大きく変動している（図 1）。一方、1 人当たり釣獲尾数はどの月でもそれほど変動は大きくない（図 2）。毎月の 1 隻当たり釣獲尾数と 1 人当たり釣獲尾数の変動係数を計算すると、それぞれ 0.39、0.17 で、1 隻当たり釣獲尾数の方が 2.3 倍変動が大きい。また、月別の遊漁者数と釣獲尾数の相関は有意 ($r=0.92, p<0.01$) である（図 3）。これらから、比推定量の方が不偏推定量より精度がよいことが期待される。比推定量は偏っているが、標本数が大きくなるとこの偏りは無視できる。この場合は遊漁者の総人数が既知という条件があるので、全遊漁船に毎日の乗船者数を届出してもらうなどの措置が必要となる。しかし、正確な情報は得にくいことが予想される。これが不可能な場合は不偏推定量を用いる。精度の向上には船ごとの釣獲量の大ききで母集団の船を層別してサンプリング (stratified sampling) すると効果的である。船ごとの対象種の釣獲量は母集団ではわからないので、効果的な層別のためには釣獲量と相関の高い補助変量が必要となる。

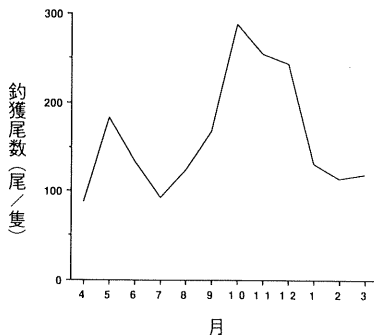


図 1 1 隻当たり釣獲尾数の月変化
(神奈川県水産試験場資料⁷⁾より作成)

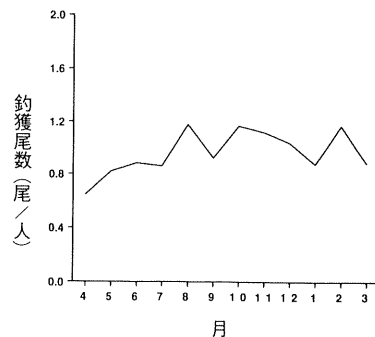


図 2 1 人当たり釣獲尾数の月変化
(神奈川県水産試験場資料⁷⁾より作成)

どちらの方法をとる場合も季節によって釣獲量変動するので、月ごとあるいは季節ごとに推定してこれを1年分足しあげるのが精度の向上につながる。これは時間による層別である。不偏推定量を用いるときは、1隻当たり釣獲尾数の月変動が大きいことから、時間による層別が特に有効である。層別した場合の釣獲量の点推定値、およびその分散は各層の単純な足し算で求められる。

この論文では2つの推定方式を提案した。利用できるデータによってどちらかを選べばよい。どちらの方法を使うにしても母集団の遊漁船総数は把握しておく必要がある。対象とする母集団から船をサンプリングするときに、都合のよい船ばかりを選ぶのではなくランダムに抽出することが大切である。このためには遊漁船全体の名簿が必要となる。精度の向上は層別サンプリングによって実現できる。層別の目安となる補助変数として、全遊漁船の出漁日数や特定魚種の専業形態の有無ぐらいはあわせて把握しておくことが肝要である。本報では釣獲量(尾数あるいは重量)の推定を扱ったが、釣獲量のほか体長や標識の有無も計測しておくことが望まれる。

なお、陸からの釣りが無視できない場合は、遊漁船を遊漁者におきかえて、1人当たりの平均釣獲量に総遊漁者数をかける不偏推定量 $\hat{Y}_U$ を計算すればよい。この場合の推定精度は遊漁者間の変動に依存するので、遊漁者の腕の差がない場合は誤差は小さい。ただ、総遊漁者数の把握は実際には困難な場合が多い。最近問題となっているプレジャーボートによる釣獲量の推定は、1船当たりの平均釣獲量を総船数でひきのばす方式が適当である。この場合も総船数の把握が課題となる。

謝 辞

有益な助言をいただいた日本鯉鮪漁業協同組合連合会須田 明博士、日本栽培漁業協会常務理事菅野 尚博士、東京大学海洋研究所助教授岸野洋久博士、千葉県水産試験場山崎明人主任技師、広島県水産試験場高場 稔主任研究員、および神奈川県水産課高間 浩副技幹に感謝する。

文 献

- 1) 神奈川県水産試験場(1988) 昭和62年度回遊性魚類共同放流実験調査事業報告書。太平洋中区海域マダイ班: 40 pp.
- 2) 傍島直樹・桑原昭彦(1991) 京都府におけるマダイ遊漁の実態について。栽培技研, **19**(2): 127-133.
- 3) 日本水産資源保護協会(1988) 昭和60~62年度船釣り遊漁釣獲量等調査事業報告書: 150 pp.
- 4) 北田修一(1991) 標識再捕に基づく種苗放流効果の評価に関する統計学的研究。栽培資源調査検討資料, **6**: 96 pp.
- 5) KITADA, S., Y. TAGA and H. KISHINO (1992) Effectiveness of a stock enhancement program evaluated by a two-stage sampling survey of commercial landings. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **49** (in printing).
- 6) COCHRAN, W. G. (1977) Sampling Techniques. John Wiley and Sons, N. Y.: 413 pp.
- 7) 神奈川県水産試験場(1991) 平成2年度広域資源培養管理推進事業栽培資源調査報告書。太平洋中ブロック: 52 pp.

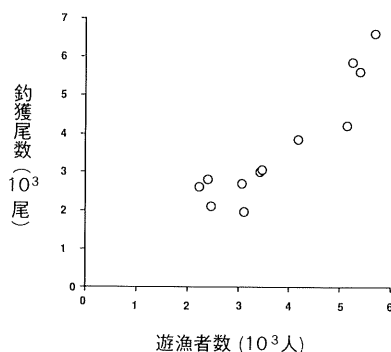


図3 月別遊漁者数と月別釣獲尾数の関係
(神奈川県水産試験場資料⁷⁾より作成)