

東シナ海・黄海における底魚資源の変遷と種間相互変動

2007 年 3 月 自然環境学専攻 56732 山本 以智人

指導教官；白木原 国雄 教授

キーワード；東シナ海・黄海、底魚、種間相互変動、多魚種管理

<緒言>

東シナ海・黄海には 500 種を超える底魚が生息する。これらの種間には競争や捕食-被食といった複雑な種間関係が存在し、各々の資源量は相互に影響を与え合って変動していると考えられる(三尾ら 1984)。さらに、当海域の主要漁業である底びき網漁業は、同一場所に生息する様々な生物を同時に漁獲するため、この漁業の漁獲努力量の変動によっても、多くの種の資源変動が独立ではなくなる(白木原 2005)。これらの相互変動を考慮した多魚種管理の導入が望まれているが、相互変動に関する知見は少なく、その実態は明らかにされていない。そこで、本研究では当海域における多魚種管理研究の第一歩として、底魚資源の資源量の変遷と種間相互変動を明らかにすることを目的とした。

<データ>

解析には西海区水産研究所が毎年実施している底びき網調査船調査のデータ（1986 - 2004 年、未調査の 90、94、02 年を除く）を使用した。この調査では、漁具、曳網時間が毎年同一であり、漁獲物の種査定や種別の漁獲重量計測は同研究所研究員により行われている。また、調査地点は当海域を広く覆うように系統的に抽出され、年当りの調査地点数は 60 以上である。ただし、調査海域は年により異なり、98 年以降、黄海での調査は行われていない。本研究では、1986 - 97 年に共通の調査海域を東シナ海・黄海の沖合域を代表する海域とみなした。

<底魚資源の変遷>

1986 - 97 年の全ての調査で漁獲された 88 種とその餌生物 3 種の計 91 種について、分布密度と分布面積の年変化を調べた。また、各調査地点の出現種数の年変化を調べた。年 t における種 i の分布密度 D_{it} は、1 地点で 1 回の曳網があったことを考慮して、 $D_{it} = C_{it} / X_t$ により算出した。 C は総漁獲重量、 X は調査地点数 (=曳網回数) である。分布面積 S_{it} は、 $S_{it} = X'_{it} / X_t$ により算出した。 X'_{it} は年 t に種 i が漁獲された地点数である。91 種の平均分布密度は 97 年には 86 年の 18.8% まで減少しており、分布面積は 86 年の 56.7% まで減少していた (図 1)。さらに、調査海域における 1 地点当り平均出現種数は、86 年には 38.3 種であったが、97 年には 26.8 種となっていた (図 2)。

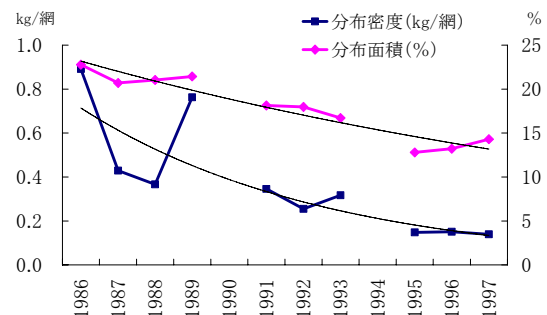


図 1. 91 種の平均分布密度と平均分布面積の年変化

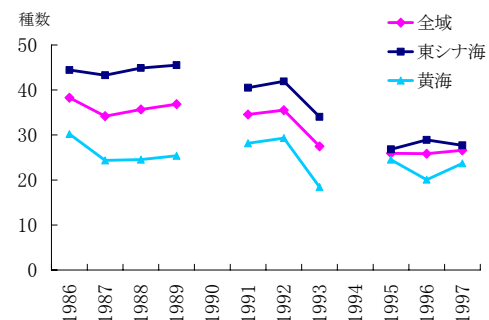


図 2. 海域別の 1 地点当り平均出現種数の年変化

<種間相互変動>

はじめに、底びき網により混獲される2種の資源量(N_1 、 N_2)の相互変動について、理論的な検討を行った。2種の自然変動が独立な場合には、漁獲努力量の増加・減少に応じて資源量は減少・増加することが期待される。したがって、 N_1 と N_2 の間に正の相関が生じる。一方、両種の変動がロトカ・ボルテラ型種間関係モデルで表現できるとすると、 N_1 と N_2 の間に負の相関が生じる可能性がある。また、2種が捕食-被食関係にあると、相関分析では

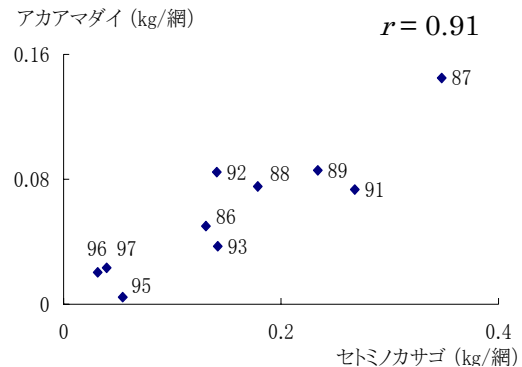


図 3. 分布密度の年変化に正の相関がみられた例

捉えられない資源量の振動が起こり得る。この検討を踏まえ、91種から得られる全ての2種の組合せ(4095組)で分布密度(資源量の指標)の年変化の相関関係を調べた(図3参照)。その結果、有意な負の相関($P < 0.01$)を示した組合せは全体の0.1%であった。一方、有意な正の相関を示した組合せは15.7%であった。これは、一方の種の分布密度が減少すると、概ね別の種のそれも減少することを意味する。分布面積の年変化についても2種の相関関係を調べたが、同様に相関係数の頻度分布は正に偏っていた。

<分布の連関>

2種の水平分布が独立であるか連関しているかを、各地点における出現の有無をもとに調べた。分布密度年変化に有意な負の相関がみられた4組と、分布面積年変化に有意な負の相関がみられた7組、振動型相互変動がみられた29組を解析の対象とした。有意な正の連関(分布の重複)、負の連関を示した組み合わせはそれぞれ6組、5組であった。しかし、これらの種の生態に関する知見が断片的であること、水平的に分布が重複していても鉛直的にはそうでない可能性があることなどから、このような結果が生じたメカニズムについて十分に検討することはできなかった。

<考察>

東シナ海・黄海に生息する多くの底魚資源で分布密度と分布面積の減少が認められた。また、出現種数も減少傾向にあった。当海域の底魚資源が憂慮すべき状況にあることを再確認できた。通常、ある種の資源量や分布面積が増大すると、その種から負の影響を受ける種の資源量や分布面積が減少することは十分に想定できる。しかし、当海域ではそのような相互関係はほとんど検出できなかった。このことに対する1つの解釈は、本来の種間相互変動を覆い隠すほどの過大な漁獲圧が作用したことである。当海域では多魚種管理の導入が望まれるが、個々の資源の生態学的知見、また群集生態学的知見は必ずしも十分ではない。一方、ある種の資源回復を目指す、他の多くの種の資源回復が期待されることが本研究から明らかになった。したがって、関係各国の合意を得やすい種や絶滅が危惧される種を管理対象種に選び、その種の管理を行うことで、結局は多魚種管理を行うことになる。一方、この種と負の相関を持つ種に対しては、禁漁期の設置による保全や、その種の分布域での漁獲を控えるなどの特別な処置が必要である。

Yearly trends and interrelationships of demersal fish populations in the East China Sea and the Yellow Sea

March 2007, Department of Natural Environmental Studies, 56732 Ichihito Yamamoto
Supervisor; Professor Kunio Shirakihara

Keywords: the East China Sea / the Yellow Sea, demersal fishes,
multispecies interactions, multispecies management

<Introduction>

More than 500 species of demersal fishes live in the East China Sea and the Yellow Sea. Most of these fishes inhabit common areas and probably have high competitive interrelationships (Mio et al. 1984). Furthermore, bottom trawl fishery catches many kinds of fishes together. Fluctuations in its fishing effort cause interdependence of population fluctuations (Shirakihara 2005). Therefore, multispecies management that allows for the interrelationships is needed. However, little is known about them. The purpose of this study is to examine yearly trends and interrelationships of demersal fish populations.

<Data>

We analyzed the data from trawl surveys by Seikai National Fisheries Research Institute for the period of 1986 to 2004. Fishing nets and the time of seines were the same in each survey. Moreover, stations were systematically extracted to cover all area, and the number of stations per year was more than 60. Considering that surveys had not covered the Yellow Sea since 1998, areas for analyses were the areas that were surveyed in common from 1986 to 97.

<Yearly trends in demersal fish populations>

We investigated yearly changes of population density and distribution area for 91 species (88 caught for all years and 3 preys). We also examined yearly changes of number of species caught. Population density of species i in year t , D_{it} , was calculated from $D_{it} = C_{it} / X_t$, where C is catch in weight and X is number of stations (= number of hauls). Distribution area, S_{it} , was calculated from $S_{it} = X'_{it} / X_t$, where X'_{it} is the number of stations where species i was caught in year t . Average density of 91 species in 1997 decreased to 18.8% of the level of 1986, and average distribution area decreased to 56.7% (Fig.1). We attempted to detect a yearly trend

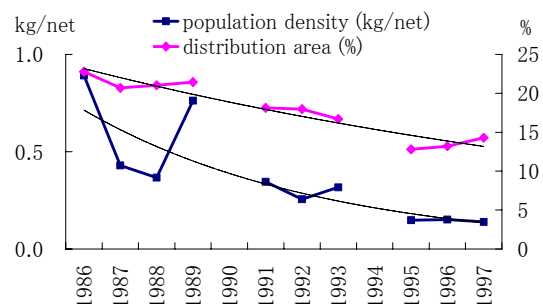


Fig.1 Yearly changes of average population density and average distribution area for 91 species

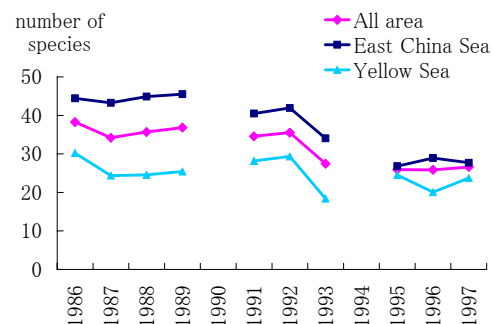


Fig.2 Yearly changes of number of species caught

using exponential regression. Reductions of density and distribution area were detected for all species with significant regressions. An average of 38.3 species per station was caught in 1986, whereas that was only 26.6 species in 1997 (Fig.2).

<Multispecies interactions>

Firstly, we examined theoretically interrelationships between population sizes of two species (N_1 , N_2) which are caught together by bottom trawl. The population size is expected to decrease (increase) depending on an increase (decrease) of the fishing effort when natural

fluctuations of two species are independent. Therefore, a positive correlation should be found between N_1 and N_2 . A negative correlation may be found between two species whose population dynamics can be expressed by a Lotka-Volterra type model. Based on the theoretical analyses, we examined the correlation between yearly changes in population density of two species which were arbitrarily selected from all 91 species (in total, 4095 pairs). Significant negative correlations ($P < 0.01$) were found in 0.1% of all pairs, and positive correlations were found in 15.7%. Figure 3 shows one example of a positive correlation. The distribution of the correlation coefficients had a positive skewness, which means that the density of one species decreased when the density of the other decreased. We also examined the correlation between yearly changes in distribution area, resulting in also a positive skewness.

<Associations of distribution area>

To know the horizontal distribution of two species is independent or not, we examined associations of distribution area based on the number of stations with presence/absence of each species. We analyzed 11 pairs that had significant negative correlations in density or distribution area and analyzed 29 pairs that showed cyclic population fluctuations between two species. Among all the pairs, 6 and 5 pairs showed significant positive associations and significant negative associations, respectively. However, because of lack of ecological information about these species, we could not refer to the mechanisms that derived such associations.

<Conclusions>

It was shown that both the population density and distribution area of most demersal fishes decreased severely. Moreover, number of species caught also decreased. It is no wonder that the density or the distribution area of one species decrease when those of the other species increase. However, such interrelations could not be detected. A possible cause is excessive fishing effort that was strong enough to hide natural multispecies interactions. We clarified that management targeting recovery of one species can lead to recovery of many species. Such single-species-based management through a reduction of the fishing effort can be a kind of multispecies management. We note that ad hoc measures such as setting marine protecting areas or closed seasons should be taken for the species that has a negative correlation with a target species in management.

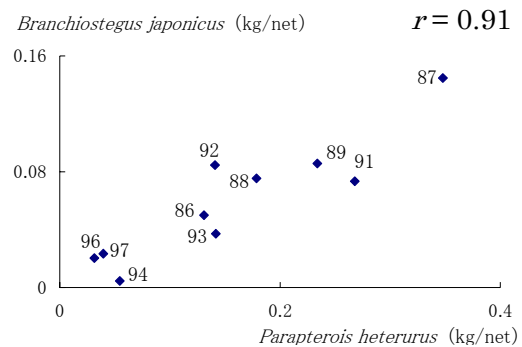


Fig.3 An example of a significant positive correlation between population densities