

日本西南海域四種底魚資源的長期變動

吳全橙 摘譯

水產試驗所海洋漁業組

前言

近海底拖網漁業為日本西南海域重要的漁業之一。依據 2007 年度日本周邊水域的漁業資源評估，在 15 種漁獲的底魚中有 12 種資源屬於低水準。為了適當的作業管理，日本海區水產研究所及西南區水產研究所共同於兵庫、鳥取、島根、山口等 4 縣進行底魚資源研究。

本研究係蒐集兵庫等 4 縣於西南海域作業的雙拖網船漁獲報表，探討高眼擬庸鰈等 4 種重要底魚資源的長期變動，期能對這些魚種的利用提出建言，並檢討其變動因素。

材料與方法

以雙拖網的漁獲資料為基礎，蒐集 1966—2005 年高眼擬庸鰈 (*Hippoglossoides pinetorum*)、格氏蟲鰈 (*Eopsetta grigorjewi*)、赤鯮 (*Doederleinia berycoides*) 及赤鯨 (*Dentex tumifrons*) 等 4 種底棲魚類月別、漁區別的作業網數和漁獲量 (kg)。高眼擬庸鰈、格氏蟲鰈及赤鯮為兵庫等 4 縣的主要對象魚種；而赤鯨為山口縣近海魚種，其漁獲量及拍賣價格較高，因此也納入解析的對象。

1 個中海區 (以經緯度 1 度為範圍，即 60 浬見方之海域) 係由 9 個小漁區組成，因

小漁區的漁獲報表太細，很難瞭解整體的資源變動，故將資料歸納成 4 大漁區進行解析 (圖 1)。

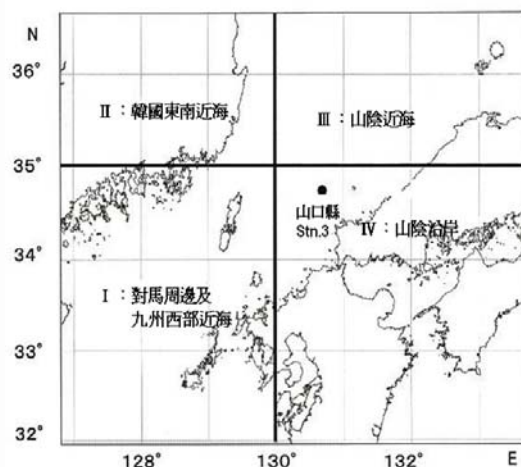


圖 1 雙拖網近海作業漁場之劃分(海區 I-IV)及海洋觀測點(●)

海區 I：對馬周邊及九州西部近海 (漁區編號 200)

海區 II：韓國東南近海 (漁區編號 700)

海區 III：山陰近海 (漁區編號 800 及 900)

海區 IV：山陰沿岸 (漁區編號 900)

4 種底魚資源的變動趨勢以下列方程式評估資源密度指數 (D)，分析 1966—2005 年的漁獲資料。海區 II 在 1998 及 1999 年因沒有作業而無法計算。

$$D = \tilde{N} / A, \quad \tilde{N} = \sum_i A_i \frac{C_i}{X_i}$$

其中， $\tilde{N}$ ：資源量指數，A：中海區的總面積， A_i ：中海區 i 的面積， C_i ：中海區 i 的漁獲量， X_i ：中海區 i 的拖網次數。

首先以雙拖網的努力量作為資源變動的主要因素（圖2）。努力量（E）以各中海區的拖網總數比（即每一中海區的拖網次數）表示，用以解析各海區利用漁場面積及拖網次數的偏差。且以山陰沿岸（海區IV）為例，加入資源密度指數（D）和努力量（E），分析與水溫間的關係（圖3）。水溫則使用山口縣第3觀測點水深100 m的資料，此觀測點位於海區IV的底拖漁場內，且4種魚的棲息水

深為70—200 m（山口，2007），資源密度指數則使用1964—2007年的長期資料。

結果

一、4種底魚類資源密度的長期變動

（一）高眼擬庸鰈

資源密度指數的時序列如圖4A。海區I的密度指數在1966—1995年偏低，1996年以後增加，1997年達最大值（26.3 g/網），之後急速減少，且海區I的平均值及標準差（ 5.4 ± 5.0 kg/網）在4個海區中最低。海區II

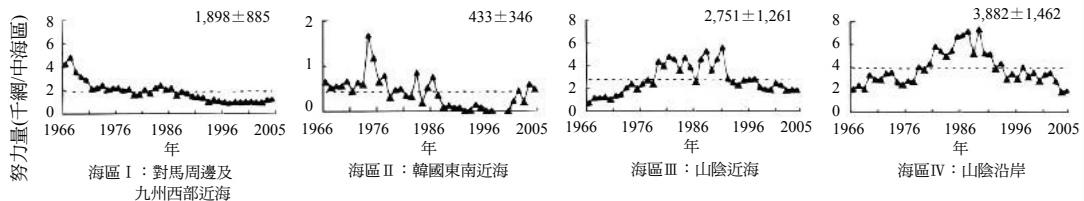


圖2 4種底棲魚類努力量之時序列。點線為40年平均，數值為平均值±標準差。

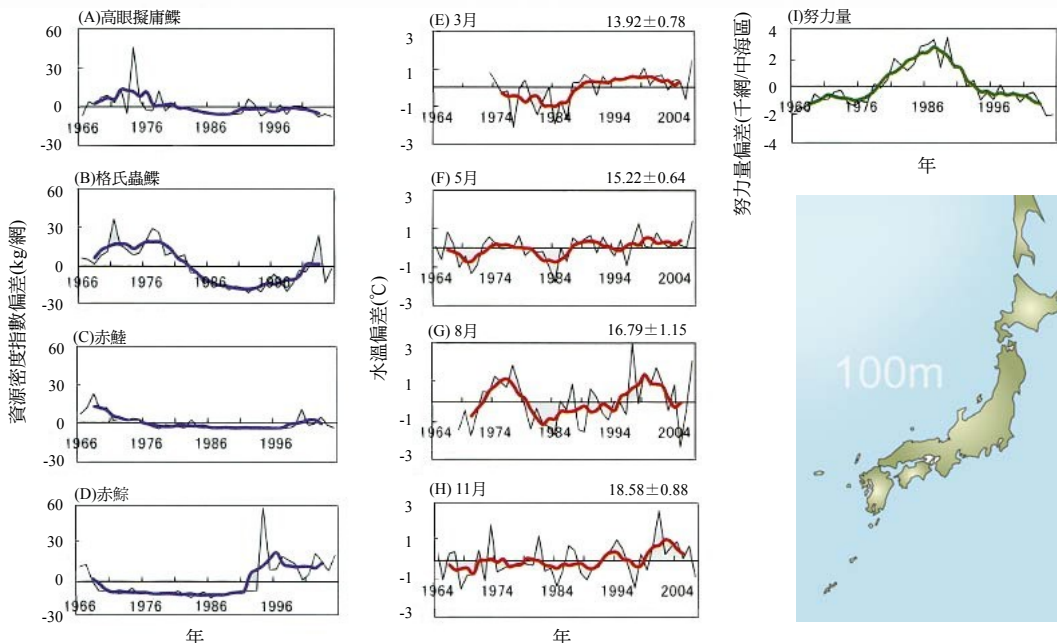


圖3 山陰沿岸(海區IV)產4種底棲魚類資源密度指數、100 m水溫及努力量偏差之時序系列。細線為平均值的偏差，平滑線為5年的移動平均值。

的密度指數，1966—1983 年在平均值上下移動，1984—1990 年達最低，而 1991—1997 年間除 1994 及 1995 年較高外，2000 年以後再下降，海區 II 的平均值及標準偏差 (41.9 ± 39.9 kg/網) 為 4 海區中最大者。海區 III 的變動以 1983 年為界，前半期 (1966—1983 年) 的變動幅度較大而後半期 (1984—2005 年) 變動幅度較小。本海區與海區 II 一樣，平均值 (41.0 kg/網) 較高，但標準差 (± 24.3 kg/網) 較海區 II 為小。海區 IV 的平均值及標準差 (11.8 ± 9.1 kg/網) 較海區 II、III 小，其變動趨勢則與海區 III 相似。

(二) 格式蟲鰈

資源密度指數的時序列如圖 4B。海區 I 的密度指數在 1966—1986 年稍微超過平均值 (25.1 kg/網)，而 1987—2005 年則略低於平均值，且海區 I 的平均值及標準差 (25.1 ± 9.2 kg/網) 較小。海區 II、III、IV 的密度指數具有共同的變動，1966 年以後超過平均值，1980 年開始減少，2000 年又增加。海區 II 的平均值及標準差 (42.4 ± 24.0 kg/網) 在 4 海區中最大，其次為海區 III (37.1 ± 15.5 kg/網)，海區 IV 則為 31.1 ± 14.8 kg/網。

(三) 赤鯿

資源密度指數的時系列如圖 4C。海區 I 的密度指數在 1966—1985 年逐漸減少，1986 年開始增加，其平均值 (17.91 kg/網) 相對較大，標準差 (7.2 kg/網) 較小。海區 II 的資源密度指數，在 1966 年以後開始減少至 1987 年達低水準，1988—2000 年的變動幅度很大，2001—2005 年又趨向低水準。因 2000 年特別高為 357.1 kg/網，故海區 II 的標準差 (± 57.2 kg/網) 也較大。海區 III、IV 的密度指

數在 1966—1975 年逐年減少，1976—1998 年達最低，2000 年以後稍微增加，兩者變動趨勢很相似，平均值及標準差皆較小，海區 III 為 8.5 ± 11.4 kg/網，海區 IV 為 5.8 ± 5.9 kg/網。

(四) 赤鯨

資源密度指數的時序列如圖 4D。本魚種在 4 海區中皆具有相同的變動趨勢，1966—1991 年趨向於低水準，隨後開始增加。海區 I 及海區 IV 的平均值及標準差較大，分別為 26.2 ± 19.8 kg/網及 17.5 ± 16.4 kg/網，而海區 II 及海區 III 較小，分別為 4.9 ± 8.5 kg/網及 5.1 ± 4.2 kg/網。

二、4 海區努力量的長期變動

近海漁獲報表所得努力量的時序列如圖 2。海區 I 的努力量在 1967 年達最高值 (4850 網/中海區) 之後逐漸減少，1971—1988 年略超過平均值 (1898 網/中海區)，1989 年之後逐漸低於平均值，1996 年以後每一中海區的努力量於 1000—1200 網上下移動。海區 II 的努力量，因利用的漁區較少，每一中海區的平均值及標準差為 433 ± 346 網，其變動在 1966—1973 年為 529—678 網/中海區，1974 年達最高值 (1683 網/中海區) 後減少，1988—1997 年間除 2 年有明顯的差異外其餘皆較低，2000—2005 年又開始逐漸增加。海區 III 及海區 IV 的努力量於 1966—1979 年在低於平均值的水準下慢慢增加，至 1980—1992 年高於平均值，但 1993—2005 年又往低水準移動，二海區的變動趨勢很相似，海區 III 的平均值及標準差為 2751 ± 1261 網/中海區，海區 IV 為 3882 ± 1462 網/中海區，為 4 個海區中努力量最大的海區。

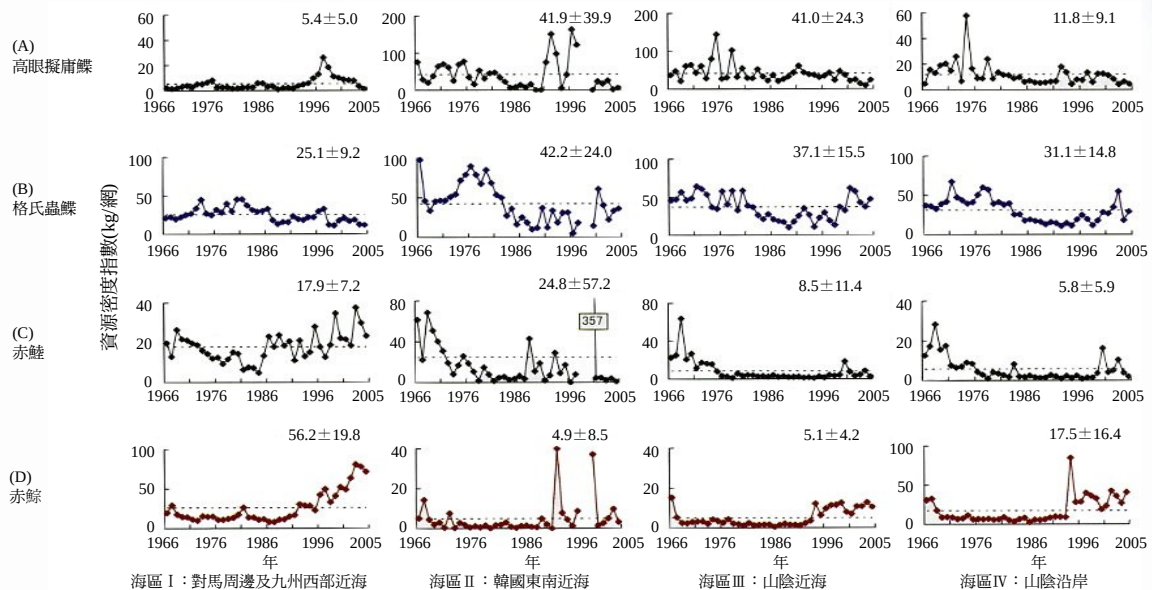


圖 4 4 種底棲魚類資源密度指數之時序列。點線為 40 年平均値，數值為平均値 ± 標準差。

討論

底棲魚類的活動通常較緩慢，即使棲息環境有變動，也不會有大洄游的情形，因此努力量對底魚資源的影響較大。本文以近海雙拖網努力量作為資源變動的因素，比較資源密度指數 (圖 4) 及努力量 (圖 2)，資源密度指數隨著努力量的增加而減少，二者的變動呈逆位相關係。海區 III、IV 的格氏蟲鰈及赤鯮，海區 I、III、IV 的赤鯨等 7 海區 3 魚種皆有此現象。但海區 I-IV 的高眼擬庸鰈，海區 I、II 的格氏蟲鰈及赤鯮，海區 II 的赤鯨等 9 海區 4 魚種則沒有逆位相關係，此海區的 4 種魚類資源變動則無法以努力量說明。

對此原因，以山陰沿岸 (海區 IV) 為例，將 4 種底魚的資源密度指數 (D) 及努力量 (E)，加入 3、5、8、11 月水深 100 m 的水溫

時序列的偏差 (圖 3) 探討這些魚種；各偏差係以 5 年移動平均值的變動來分析。

(一) 高眼擬庸鰈

1966—1980 年的資源密度指數偏差為正偏 (圖 3A)，1980 年以後為負偏，努力量偏差在 1966—1977 年為負偏 (圖 3I)，兩者呈逆位相關係。但在 1992—2005 年努力量的偏差也為負偏，此時期的密度指數卻連續呈現負偏，故 1996 年以後高眼擬庸鰈的資源變動就無法以努力量來說明。

分析第 3 站水深 100 m 季節間水溫偏差的 5 年移動平均值 (圖 3E—H)，3 月的水溫偏差自 1989 年以後，5 月在 1987 年之後 (除 1994—1995 年外)，8 月在 1995 年以後 (除 2004—2005 年外)，11 月在 1992 年以後 (除 1997—1998 年外) 皆呈正偏，此期間努力量的減少與高眼擬庸鰈的資源無關，水溫由 5、3、8、11 月逐漸往高溫推移。依據山田

(2007) 的報告，高眼擬庸鰈的漁獲水溫為 6—15℃，主要漁獲水溫為 7—11℃。3 月的水溫偏差自 1988 年以後呈正偏，為本種漁獲的上限（約 15℃），5 月的水溫偏差自 1987 年以後為超過 15℃ 的正偏。海區 IV 自 1989 年以後四季的水溫偏高，認為是本種魚資源減少的主因。

(二) 格氏蟲鰈

在 1966—1982 年的資源密度指數為正偏（圖 3B），1983—2001 年為負偏，2002—2005 年接近平均值，資源密度指數偏差與努力量偏差在時間差上幾乎呈逆位相關係。故格氏蟲鰈的資源可由努力量的多寡說明，二者在偏差變動中產生的時間延遲，乃於減少期本種魚的資源密度指數比其他魚種為高，經過的時間差呈負偏；在增加期因這種魚的成熟期須 3 年（山田，2007），其偏差為由較低密度指數恢復至平均值所需的時間。

(三) 赤鯮

在 1966—1976 年的資源密度指數為正偏（圖 3C），1977—2000 年為負偏，2001—2005 年則移向正偏。相對於努力量偏差（圖 3I），1966—1978 年為負偏，1979—1994 年為正偏，1995—2005 年則移向負偏，資源密度指數偏差與努力量偏差的關係如格氏蟲鰈一樣呈逆位相。但格氏蟲鰈的資源密度指數偏差比努力量偏差的負偏較早，正偏較遲。可能是赤鯮雌魚的成熟期較長約 4 年，產卵 1 次，其繁殖效率較其他魚種差的緣故。

(四) 赤鯨

1965—1990 年的資源密度指數偏差為負偏（圖 3D），1990 年快速往正偏移動。相對於努力量的偏差（圖 3I），在 1966—1978

年為負偏，1979—1994 年呈正偏，1995—2005 年為負偏的移動，資源密度指數偏差與努力量偏差沒有逆位相關係，故赤鯨的資源動向無法以努力量說明。

由第 3 站水深 100 m 季節間水溫偏差的 5 年移動平均值（圖 3E—H）分析，顯示赤鯨的資源密度指數偏差與水溫偏差相位有一致的時期，四季的水溫係往高溫推移。依據山田（2007）的報告，赤鯨的漁獲水溫為 13—23℃，主要漁獲水溫為 14—21℃。1966—1985 年間的 3 月及 5 月水溫較低呈負偏，環境條件接近本種魚水溫範圍的下限，1986 年以後全年皆在高漁獲的水溫範圍，認為這種高溫狀態為赤鯨資源增加的主因。1995 年以後因漁獲努力量減少，本種資源在水溫及多重良好條件下，加上雌雄魚皆在 2 歲成熟、年產卵 2 次，產卵期達 7 個月（3—6 月及 9—11 月），其繁殖效率也比其他 3 種魚較高，導致 1994 年以後赤鯨比格氏蟲鰈的資源水準提高的原因。

由各種魚的漁獲報表及水深 100 m 水溫監測資料與各魚種的生態解析，將可作為預測各種魚類資源的動向。研究機關若能每年提供解析的資訊，像近年來水溫有升高的趨勢，暖水性魚種資源增加漁獲的可能性很高，同時冷水性魚種資源可能減少，對於以多魚種為對象的底拖網漁業，可進行有計畫性的作業，將可使資源不致枯竭以達永續利用的目標。

註：譯自天野千繪、塚本洋一（2009）2 そう曳き沖合底曳網で漁獲された日本南西部における底魚 4 種（ソウハチ・ムシガレイ・アカムツ・キダイ）資源の長期變動。西海ブロック漁海況調査研究報告，17: 29-36。