

第Ⅶ部門

三大湾流域圏のエコロジカル・フットプリントと漁業生産増の波及効果

大阪大学工学部

学生員

○田淵貴久

大阪大学大学院工学研究科

正会員

入江政安

1. はじめに

大阪湾、伊勢湾、東京湾の三大湾では依然として赤潮や貧酸素水塊が発生しており、水環境の改善は十分とは言えない。その要因の一つに、水環境改善施策の優先度が他の公共政策と比較して低く、十分な資本投下がなされていないことがある。そのため、水環境改善施策の評価は国や自治体の政策に反映しやすいものである必要があると考え、本研究では、これまであまり評価されて来なかった、水環境の改善が陸域社会に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とする。

内湾流域圏とは内湾に流入するすべての河川の集水域である。本研究では、その地理的、文化的な特性から内湾流域圏に着目する。そして漁獲量の増加を代替入力条件として、水環境の改善が陸域社会に及ぼす影響をエコロジカル・フットプリント(EF)を用いて評価する。EFとはある地域における人間活動を支える上で必要な土地面積と実際にその土地に存在する土地面積を比較することによって、人間活動の環境負荷を評価する指標である。

2. 分析方法

本研究では、産業連関表を用いて三大湾流域圏のEF [ha]を算出する。はじめに、都府県の産業連関表を基に、各都府県のうち流域圏に含まれる地域の産業連関表を作成する。続いて作成した地域の産業連関表を統合し、流域圏の産業連関表を作成する。しかし各地域の産業連関表の移出入には流域圏内の取引も含まれているため、地方(東京湾流域圏は関東地域、伊勢湾流域圏は東海地域、大阪湾流域圏は近畿地域)と流域圏で移出入の構造が等しいとして、流域圏の移出入を推計する。そして最後に、移出入を大地域から推計して求めたために、最終需要部門の行と列の和に生じた誤差をKEO-RAS法を用い、修正する。続いて作成した産業連関表を用いてEF [ha]を算出する。ある産業が直接利用する土地面積と他の産業により間接的に利用する面積の総和は、域内生産額に内包される土地面積と等しいので、次式を得る。

$$E_j + \sum_{i=1}^n \varepsilon_i (1 - m_i) X_{ij} = \varepsilon_j X_j$$

E_j は直接利用面積、 ε_i 、 ε_j はEF原単位、 m_i は輸入係数で域内需要合計に対する輸入額の値である。 X_{ij} は*i*産業と*j*産業の取引額、 X_j は*j*産業の生産額である。本研究では土地区分を農地、森林、海洋淡水域、生産力障害地、エネルギー地の5つに分け、それを利用する産業ごとの直接利用面積とした。上式を全ての産業で連立し、産業別、土地区分別のEF原単位を得る。そしてEF原単位に域内最終需要を乗じ、EFを算出する。次に、各流域圏の収量係数を算出した。これは流域圏間の土地生産性の違いを標準化するために用いる。以下にその基礎式を示す。

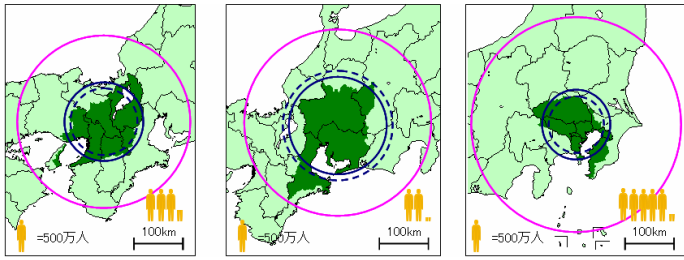
$$YF_R = \frac{Y_R}{Y_W}$$

YF_R が地域の土地区分別収量係数である。 Y_R は地域の土地区分別の単位面積あたりの収穫量(t/ha)であり、 Y_W はその世界平均(t/ha)である。そしてGlobal Footprint Networkにより算出されている等価係数を用いて、土地区分間の生産性の違いを標準化する¹⁾。これらの2つの係数を併せて利用し、流域圏間の土地生産性、土地区分間の生産性の違いを考慮したEF [gha]を算出し、流域圏間で比較を行った。

また、環境改善の効果として現れるであろう漁業生産額の増加が他産業に及ぼす影響を、産業連関表を用いた波及効果分析によって求めた。この際の漁業生産額の増加率は、過去のデータからを妥当な範囲で設定した(50%増加)。以下がその行列式である²⁾。

$$(I - \hat{M})^{-1} [I - (I - \hat{M})A] X = Y$$

I は単位行列、 \hat{M} は輸入係数を成分とする対角行列、 A は中間投入行列、 X は生産額ベクトル、 Y は最終需要ベクトルである。そして漁業の生産波及効果を見る場合、左辺の行列の当該列と右辺の行列の当該列および、生産額と最終需要を入れ替える。これにより漁業の生産額を外生的に扱うことができる。そして漁業の生産額変化が他産業の生産額に及ぼす波及効果を推計した。そしてその結果を用いて漁業生産額が増加した場合のEFを算出し、現況との比較を行った。



大阪湾流域圏 伊勢湾流域圏 東京湾流域圏

図-1 三大湾流域圏の現況比較

(外側の円がEFの大きさを、内側の円のうち実線の円が流域圏の面積を、破線の円が生産可能な面積を示す。)

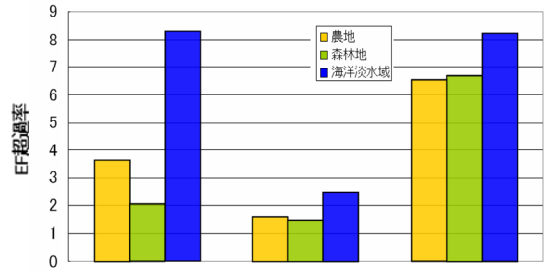
3. 三大湾流域圏におけるEF比較

三大湾流域圏におけるEFの算出結果と対象領域を図-1に示す。濃い緑で示された部分が流域圏である。総EFは、東京湾流域圏、伊勢湾流域圏、大阪湾流域圏の順に、 914×10^3 [gha]、 686×10^3 [gha]、 587×10^3 [gha]、であり、東京湾流域圏で最大であった。伊勢湾流域圏は土地生産性が高いため、等価係数と収量係数を乗じた生産可能面積[gha]が元の流域圏面積[ha]を越えている。また、EF超過率(=EF/生産可能面積)は、東京湾流域圏、大阪湾流域圏、伊勢湾流域圏の順に、14.5倍、6.6倍、2.9倍であり、人口が多い地域ほど超過率が大きいという結果であった。伊勢湾流域圏の超過率が低いのは、域内需要が小さいことに加え、土地生産性が高いことに起因する。

土地区分別のEF超過率を図-2に示す。土地区分別のEF超過率はすべての流域圏において海洋淡水域の超過率が高く、海洋淡水域から取り上げられる水産物を他地域に大きく依存していることが分かる。特に大阪湾流域圏の海洋淡水域のEF超過率は、域内のEF超過率と比較して高く、漁場の整備や資源管理等を通じて、生産性向上の必要があると言える。

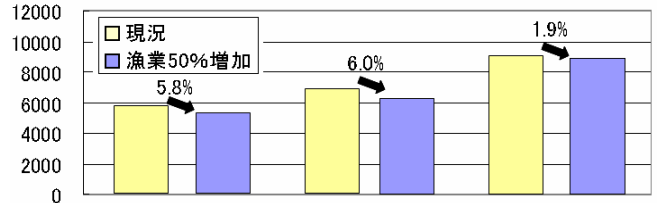
4. 漁業生産額の増加に伴うEFの変化

ここでは水環境の改善に伴い漁業生産額が50%増加するというシナリオを設定した。そして現況と漁業生産額が50%増加した場合のEF比較を行った。その結果を図-3に示す。漁業生産額が50%増加した場合のEF変化率は伊勢湾流域圏、大阪湾流域圏、東京湾流域圏の順に、6.0%、5.8%、1.9%であった。またこの際のEF変化量は伊勢湾流域圏、大阪湾流域圏、東京湾流域圏の順に、 38.6×10^3 [gha]、 31.9×10^3 [gha]、 17.0×10^3 [gha]であった。この結果から漁業生産額が50%増加した場合、伊勢湾流域圏における社会的波及効果が最も大きいと言える。これは伊勢湾流域圏における現況の海洋淡水域のEFが大きいに起因する。そして自地域の生態系サービスを利



大阪湾流域圏 伊勢湾流域圏 東京湾流域圏

図-2 土地区分別EF超過率



大阪湾流域圏 伊勢湾流域圏 東京湾流域圏

図-3 漁業生産額が50%増加した場合のEF変化率

用する割合が低い地域の生産額を増加させることで、人間活動の環境負荷を効率的に減少できることを示している。また、減少したEF変化量は、各流域圏の生産可能面積の16.4~35.9%を占めており、漁業生産額が50%増加した場合の社会的波及効果は十分大きいと言える。

5. まとめ

三大湾における現況のEF比較を行った結果、すべての流域圏において海洋淡水域のEF超過率が高い。陸域の人間生活の環境負荷測定の観点から、漁業生産額を増加させることが、環境負荷の減少に対し、有効である可能性が示唆された。また漁業生産額が50%増加することで、減少したEFは、各流域圏の生産可能面積の16.4%~35.9%を占めていた。このことから、漁業生産額の増加が陸域の人間活動による環境負荷の減少に及ぼす影響は十分大きいと考えられる。本手法により、海域環境の改善が陸域の人間活動の環境負荷に及ぼす影響を定量化することができた。また、EFは産業連関表を基に算出されており、エネルギー消費も考慮することにより社会全体の消費構造を捉えているため、水環境の改善が有する社会的影響評価をある程度評価できたと言える。

参考文献

- 1) Global Footprint Network, GUIDEBOOK TO THE NATIONAL FOOTPRINT ACCOUNTS 2008, pp.82-86, 2008
- 2) 長谷川良二・田村誠・桑原祐史・横木裕宗・三村信男, 河川単位の温暖化に伴う浸水被害の経済評価, 環境経済政策学会2009年大会, pp.244-245, 2009