

エコロジカル・フットプリントを用いた内湾流域圏の人間活動の定量化に関する考察

大阪大学大学院 正会員 ○入江 政安
大阪大学大学院 学生会員 山中 敦史
大阪大学大学院 正会員 西田 修三

1. 研究の背景と目的

近年、地球環境そのものが注目されるようになって、経済的には安い、環境への負荷が大きい生産活動や消費行動への批判が強まっている。一方、水環境の改善は沿岸域政策にとって確かに重要な目的であるが、産業活動や国民生活においては、健康や社会衛生に被害が及ばない限り内部目的化されにくいものである。ところが、地球環境問題が重要視されるようになって、陸域と海域のあらゆるものの循環を効率化することが社会構造の良い変化として認められるようになってきた。例えば、水環境の改善に伴う内湾域での水産資源量の増加はこの社会構造の変化を助けるものになる。本研究では、大阪湾流域圏を例に、内湾域流域圏の人間活動を定量化する手法として、エコロジカル・フットプリント（EF）法を使用し、内湾域環境におよぼす人間活動圧力を評価する。そのうえで、EF法による評価を内湾域の総合的評価指標として用いる際の課題を整理する。

2. EF法の概要

EF [ha] は主に、域内の生産物消費量 [t] を 1ha 当りの生産量 [t/ha] で除し、全ての産業で合計することによって求められる。しかし、その生産物を消費する面積には、その生産物が直接利用する面積以外に、原材料を生産するのに必要な面積や利用する電力を生産するのに必要な面積も加えるべきである。産業連関表は特定地域内の産業ごとの生産額や取引額についてまとめたものであり、産業連関表を用いることによって、地域内の産業構造を正確に表現でき、また産業間でダブルカウントが生じないという利点がある。福田ら¹⁾は産業連関表を用いる手法によって、EF 原単位[ha/円]を算定し、それに対応する産業の域内最終需要額（円）を乗じることによって日本の EF を算定した。本研究でもこの手法を大阪湾流域圏に適用する。

3. 本研究における算出方法

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¹⁾。

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

ここで、 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、生産力阻害地、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。土地区分のうちエネルギー地はデータがなく、直接算定できないため、二酸化炭素排出原単位 [t-C/ha] に生産額を乗じて、二酸化炭素排出量を算出する。それに森林 1ha あたりの二酸化炭素吸収量を除して算出される仮想面積を第三次産業の直接利用面積とした²⁾。上式は j 産業についてのものなので、全ての産業で連立させる

表-1 産業・土地区分別 EF

EF(ha)	農地	森林	海水域	生産阻害	エネルギー	産業別計
農業	151610	19939	3296	36	12559	187,441
林業	77	1825970	165	2	981	1,827,194
漁業	103	702	644109	5	1300	646,220
鉱業	0	-1	0	0	-10	-10
石炭	0	0	0	0	0	0
原油・天然ガス	0	0	0	0	0	0
食料品	133003	153050	560593	1065	106793	954,504
繊維製品	2305	14376	1346	297	20714	39,038
パルプ・紙・木製品	37	130043	224	93	8612	139,009
出版・印刷	16	14782	103	39	5287	20,227
化学製品	243	33451	730	152	17059	51,634
石油・石炭製品	82	4452	487	380	18589	23,990
プラスチック製品	14	1849	102	34	3149	5,149
ゴム製品	223	1174	38	19	1756	3,210
なめし革・毛皮・同製品	317	13406	506	23	3170	17,422
産業・土石製品	5	747	49	14	2156	2,971
鉄鋼	-3	-177	-76	-16	-1500	-1,771
非鉄金属	0	128	37	1	231	397
金属製品	10	1146	120	52	4707	6,034
一般機械	370	15901	1310	992	60431	79,004
電気機械	346	36878	1960	722	90137	130,043
輸送機械	271	11723	932	784	46107	59,817
精密機械	40	4024	191	112	9430	13,797
その他の製造業	743	27888	36868	135	18258	83,892
建設	4839	314966	6564	1155	430429	757,952
電力	65	5012	1140	36	611662	617,915
ガス・熱供給	19	1711	249	11	11868	13,858
水道・廃棄物処理	50	5576	342	28	135699	141,695
商業	706	83358	4924	172	233269	322,430
金融・保険	54	8167	364	24	14955	23,564
不動産	355	36183	2022	93	85584	124,237
運輸	200	23270	1285	211	453502	478,468
通信・放送	323	9093	4056	22	29011	42,504
公務	335	23844	4227	139	141053	169,598
教育・研究	855	22480	2200	81	122486	148,101
医療・保険・社会保障	8884	117108	72050	428	235684	434,153
その他の公共サービス	389	7837	476	20	11956	20,677
対事業所サービス	261	19503	2653	90	37557	60,064
対個人サービス	53805	273820	487089	394	336054	1,151,162
その他	1	444	17	1	211	674
土地区分別計	360,953	3,263,822	1,842,749	7,844	3,320,895	8,796,262

キーワード エコロジカル・フットプリント、大阪湾、流域圏、産業連関表、沿岸域環境

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL 06-6879-7605

ことで産業別、土地区分別の EF 原単位を得る。産業連関表は各府県によって作成されており、1つの府県を流域圏内と圏外に分ける必要がある。それゆえ、データの存在した三重県以外の兵庫県、京都府、奈良県の流域圏内地域においては各府県の産業連関表から按分法により、流域圏内産業連関表を作成した。生産額には産業別従業者数を、移輸出額には府県の産業別生産額を、移輸入額には府県の需要合計を基にして推計した。また、各地域とも平成12年度の産業連関表を用いて分析を行った。

4. 大阪湾流域圏における EF

表-1 に EF の算出結果を示す。流域圏全体の EF の値は約 880 万 ha で、生産に供している直接利用可能面積は 89 万 ha だった。超過率は約 10 倍となり、流域圏の人間活動の大きさを表した面積は圏内の生産可能面積よりはるかに大きいことを示している。図-1 は EF と直接利用面積の大きさを図化したものである。図-2 に各府県における EF と直接利用面積を示す。大阪府、三重県の流域圏で一人当たりの EF は大きく、京都府と奈良県の流域圏では小さくなった。また、滋賀県、三重県の流域圏の直接利用面積は他より大きな値を示している。図-3 に EF の土地区分別の超過率を示す。特に海洋淡水域では超過率が約 10 倍と大きく、圏内の水産物消費が圏外での漁業生産に大きく依存していることが分かる。

5. 内湾域の環境評価指標として用いる場合の課題

本研究により、大阪湾流域圏内の人間活動によって、他地域から流域圏内の生産可能面積の 9 倍の土地を収奪していることが分かった。EF を内湾流域圏の環境の総合的評価指標として用いることは、同様のデータがある他地域との比較をすることにより有用な結果が得られるものと考えられる。その一方で、各産業におけるエネルギー消費を CO₂ 排出源単位と森林の CO₂ 吸収量を用いた換算により森林面積に変換しているため、換算係数の設定によって、全 EF に占めるエネルギー消費由来の EF の割合が大きく変化し、全 EF の値自体も大きく変化する。エネルギー消費の取り扱いは大きな課題として残されている。また、産業連関表が府県単位あるいは全国のものしかないことから、本研究では府県単位の産業連関表を利用している。このとき、府県ごとに算出される EF 原単位[ha/円]が異なっており、この影響については、他の内湾等との比較により分析される必要がある。また、輸入額についても国内の EF 原単位[ha/円]を利用していることから、生産物の輸入量[t]の影響を正しく評価できていない可能性があり、注意が必要である。

謝辞 本研究は瀬戸内海研究会の助成によって実施されたものである。記して謝意を表したい。

参考文献 1) 福田篤史・森杉雅史・井村秀文, 日本のエコロジカルフットプリント - 土地資源に着目した環境指標に関する研究 -, 環境システム研究論文集 Vol.29, pp.197-206, 2001

2) 余川雅彦・加賀屋誠一・内田賢悦, エコロジカル・フットプリント算出のための産業連関分析に関する研究, 日本都市計画学会, 都市計画論文集, pp.199-204, 2006

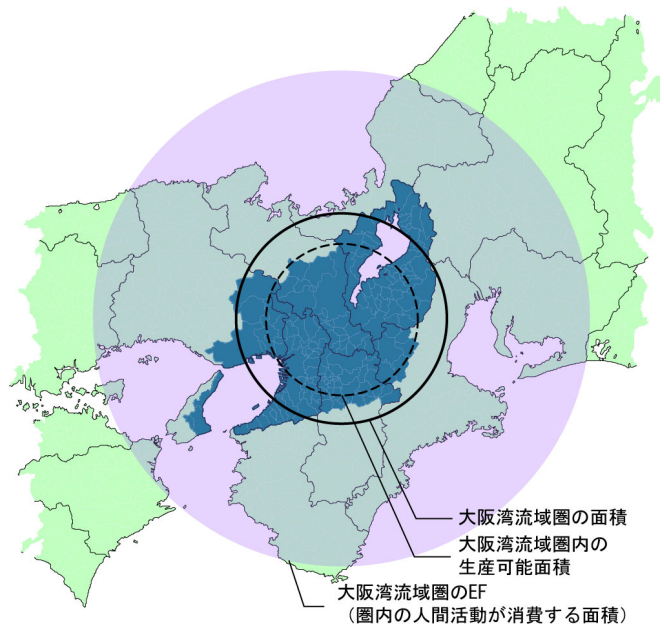


図-1 大阪湾流域圏のエコロジカル・フットプリント

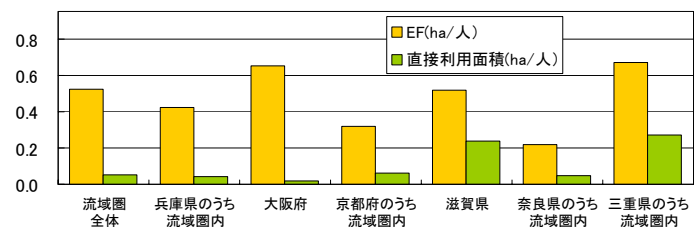


図-2 地域別の一人当たりの EF と直接利用面積

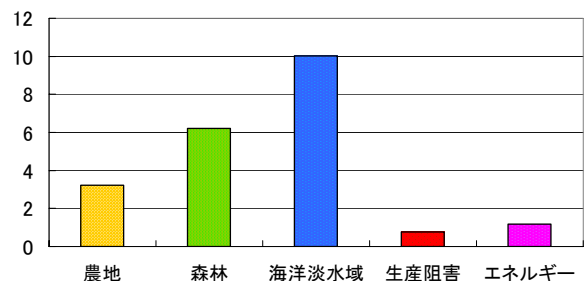


図-3 EF の土地区分別超過率