

水産基盤整備事業費用対効果分析の ガイドライン

－ 参 考 資 料 －

令和5年6月

(令和5年10月一部改訂)

水産庁漁港漁場整備部

留 意 事 項

参考資料は、水産基盤整備事業の便益額算定に要する標準的な単価及び、ガイドライン本編に記述している算定の考え方や方法について補足するものである。なお、事業効果を計測するにあたっては、地域の特性等を踏まえ、より適切な値を使用することが望ましい。

目 次

1. 労務単価.....	1
2. 漁業活動等に伴う経費	2
3. 人工魚礁による増殖効果の算定方法	7
(1) 算定手法の種類	7
(2) 生残解析の考え方	11
(3) 魚種ごとの期待される効果	15
(4) 試算例.....	16
4. 労働環境改善効果の評価基準	21
5. 生活環境改善効果における土地利用の拡大効果の考え方	23
6. 自然環境保全・修復効果に関する原単位	24
7. 藻場の二酸化炭素固定効果	29
8. 人的損失額の考え方と貨幣化原単位	32
9. 物価変動の影響除去	34
10. 輸出促進効果の考え方	35
11. 災害発生確率の設定	36
12. 関連事業（施設）の取扱い	37
13. 補修に関する事業における便益の考え方	38
14. 漁港と密接な関係のある産業への経済波及効果の考え方	39
補足資料（人工魚礁関連）	45

1. 労務単価

施設整備により、従前の作業や移動時間が短縮される場合、それらの短縮された時間は、受益者の余暇時間の増加（したがって、受益者の効用の増加）として捉えることができる。ここで、余暇は労働時間を犠牲にしなければ得られないことから、余暇の価格は時間を余暇に使用しないで労働した場合に得られた所得と考えることができる。

わが国において労務単価（時間価値）には標準的な数値はないとされており、一般的には、1人あたり国民所得を総労働時間で除して推定した数値等が使用されている。水産基盤整備事業は、水産物供給等を通じて国民全般に対する便益を生じさせているが、費用便益分析における直接的な受益者は、漁業者あるいは漁業経営体及び漁業者以外の施設利用者に大別できるものと考えられる。よって、これら受益者の所得に基づいて、下記に示すとおり労務単価を算定する。

① 漁業者の労務単価

漁業者の労務単価は、「漁業経営調査報告」（農林水産省大臣官房統計部）の個人経営体調査における「雇用労賃」及び「雇用者の延べ労働時間」を踏まえ算定することができる。

なお、当該事業実施地区の漁業経営構造に留意し、他の根拠資料（地域別の農林水産統計年報等に記載されている漁業経営調査等）に基づいて、より適切な値を用いて算定することが望ましい。

また、例えば、養殖漁家中心の地区等で、受益者がほとんど経営者である様な場合には、経営者の時間価値（1日あたり所得金額等から算出）が基準となり、雇用労賃を基準とする労務単価よりも高い場合も想定されるため、留意が必要である。

表1.1 漁業者の労務単価の算定例（全国の値）

項目			階層		漁船漁業								小 定 置 漁	型 網 業
					平 均	3 T 未 満	3 ～ 5	5 ～ 10	10 ～ 20	20 ～ 30	30 ～ 50	50 ～ 100		
雇用労賃	①	千円	992	159	255	2,319	5,591	3,104	17,103	40,705	77,882	2,025		
延べ労働時間		時間	2,062	1,422	1,810	2,847	4,886	3,927	10,236	27,158	35,289	3,076		
海上労働		〃	1,331	792	1,251	1,791	3,475	2,847	6,418	23,300	32,532	1,620		
家族		〃	1,029	759	1,206	1,134	1,607	1,821	1,522	2,174	1,362	968		
雇用者	A	〃	302	33	45	657	1,868	1,026	4,896	21,126	31,170	652		
陸上労働		〃	697	606	528	1,014	1,342	1,046	3,623	3,049	2,578	1,423		
家族		〃	529	546	451	641	589	657	1,036	845	778	885		
雇用者	B	〃	168	60	77	373	753	389	2,587	2,204	1,800	538		
企画管理労働		〃	34	24	31	42	69	34	195	809	179	33		
雇用者労働時間計 (A+B)	②	〃	470	93	122	1,030	2,621	1,415	7,483	23,330	32,970	1,190		
漁業者労務単価 (①/②)		円/時間	2,111	1,710	2,090	2,252	2,133	2,194	2,286	1,745	2,362	1,702		

（注）平均は、漁船漁業（小型定置網漁業を含まない）における各階層の加重平均値。

出典：令和3年漁業経営調査報告（農林水産省大臣官房統計部、令和5年2月）を基に編集

② 一般利用者の労務単価

「毎月勤労統計調査 全国調査・地方調査」（厚生労働省）における便益算定の際の最新年の確報を用い、「第1表 月間現金給与額（調査産業計、毎月給与総額）／第2表 月間実労働時間及び出勤日数（調査産業計、総実労働時間）」の式により算定することができる。

令和4年確報分の算定例（全国の値） $325,817 \text{ 円} / 136.1 \text{ 時間} = 2,394 \text{ 円/h}$

なお、当該事業実施地区の特性等を踏まえ、他の根拠資料（毎月勤労統計調査の地方調査等）に基づいて、より適切な値を用いて算定することが望ましい。

2. 漁業活動等に伴う経費

① 車種別時間価値原単位

2つ以上の集落を結ぶ道路や漁港関連道等の比較的大規模な道路整備においては、国土交通省が所管の道路整備事業において活用する「費用便益分析マニュアル」（令和4年2月、国土交通省道路局都市局）に準じて便益を算定する場合が多い。その場合の令和2年価格について以下に示す。

表 2.1 車種別時間価値原単位(令和2年価格)

	時間価値原単位 (円/分・台)
乗用車	41.02
バス	386.16
小型貨物	52.94
普通貨物	76.94

出典：費用便益分析マニュアル（国土交通省道路局都市局、令和4年2月）を基に編集

(算定例)

- (1) 表 2.1 車種別時間価値原単位を使用した乗用車の走行時間短縮による便益算定の例
(道路利用者が不特定多数である場合)

整備する道路を不特定多数の者が利用する場合において、表 2.1 の乗用車の時間価値原単位を使用した便益算定の例を以下に示す。なお、車種別時間価値原単位は令和2年の値であるため、GDP デフレーターを用いて評価基準年の実質価格に変換する必要がある。

- 乗用車の走行時間短縮による便益（評価基準年：R5）

道路利用者：地域住民等（不特定多数）

年間利用台数：100,000 台

走行時間：整備前 60 分

整備後 50 分 → 短縮時間：10 分

車種別時間価値原単位：41.02 円/分・台（表 2.1 参照）

GDP デフレーター（R5）：102.5（表 9.1 参照、R4 を適用）

GDP デフレーター（R2）：101.9（表 9.1 参照）

GDP デフレーター

$$\begin{aligned}\text{年間便益額} &= \text{年間利用台数} \times \text{短縮時間} \times \text{車種別時間価値原単位} \times (\text{R5} / \text{R2}) \\ &= 100,000 \text{ 台} \times 10 \text{ 分} \times 41.02 \text{ 円/分・台} \times (102.5 / 101.9) \\ &= 41,262 \text{ 千円/年} \quad (\text{評価基準年の実質価格に変換された年間便益額})\end{aligned}$$

- (2) 表 2.1 車種別時間価値原単位を使用しない乗用車の走行時間短縮による便益算定の例
(道路利用者が限定される場合)

整備する漁港関連道、臨港道路等の利用者が限定され、利用人数が把握できる場合の便益算定例を以下に示す。

- 乗用車の走行時間短縮による便益（評価基準年：R5）

道路利用者：漁業者

利用人数：3 人

走行時間：整備前 60 分

整備後 30 分 → 短縮時間：30 分(0.5 時間)

漁業者労務単価：2,111 円/人・時間（表 1.1 参照）

年間利用回数：100 回

$$\begin{aligned}
 \text{年間便益額} &= \text{乗車人数} \times \text{短縮時間} \times \text{漁業者労務単価} \times \text{年間利用回数} \\
 &= 3 \text{ 人} \times 0.5 \text{ 時間} \times 2,111 \text{ 円/人・時間} \times 100 \text{ 回} \\
 &= 317 \text{ 千円/年}
 \end{aligned}$$

② 車種別走行経費原単位

①と同様に、車種別走行経費の原単位を以下に示す。

表 2.2 車種別走行経費原単位(令和2年価格)

(円/台・km)

速度 (km/h)	一般道(市街地)					一般道(平地)					一般道(山地)				
	乗用車	バス	乗用車類	小型貨物	普通貨物	乗用車	バス	乗用車類	小型貨物	普通貨物	乗用車	バス	乗用車類	小型貨物	普通貨物
5	43.62	131.89	45.04	33.96	80.41	36.35	108.14	37.50	29.07	71.03	33.69	99.49	34.75	27.29	67.61
10	31.19	114.29	32.52	29.07	64.32	25.59	92.94	26.67	25.05	58.14	23.55	85.16	24.53	23.57	55.89
15	26.91	107.49	28.20	27.08	57.03	21.86	86.93	22.90	23.34	51.90	20.02	79.44	20.97	21.98	50.04
20	24.68	103.50	25.94	25.87	52.16	19.91	83.34	20.92	22.27	47.55	18.16	75.99	19.09	20.95	45.88
25	23.30	100.74	24.54	25.00	48.44	18.68	80.81	19.68	21.48	44.14	17.00	73.55	17.90	20.20	42.58
30	22.35	98.67	23.57	24.34	45.44	17.84	78.89	18.81	20.88	41.35	16.19	71.68	17.08	19.61	39.85
35	21.79	97.26	22.99	23.89	43.24	17.31	77.51	18.27	20.44	39.20	15.67	70.32	16.55	19.18	37.73
40	21.56	96.41	22.76	23.63	41.80	17.05	76.61	18.00	20.16	37.68	15.39	69.40	16.26	18.89	36.18
45	21.44	95.82	22.63	23.46	40.70	16.88	75.95	17.82	19.97	36.50	15.21	68.72	16.07	18.69	34.97
50	21.40	95.45	22.59	23.37	39.95	16.79	75.51	17.73	19.85	35.65	15.10	68.25	15.95	18.56	34.09
55	21.44	95.30	22.62	23.35	39.55	16.77	75.28	17.70	19.80	35.14	15.06	67.99	15.91	18.51	33.54
60	21.55	95.38	22.74	23.42	39.51	16.82	75.26	17.75	19.84	34.98	15.09	67.94	15.93	18.53	33.32

出典：費用便益分析マニュアル（国土交通省道路局都市局、令和4年2月）

(算定例)

表 2.2 の乗用車の車種別走行経費原単位を使用した乗用車の走行経費削減による便益算定の例を以下に示す。なお、車種別走行経費原単位は令和2年の値であるため、GDP デフレーターを用いて評価基準年の実質価格に変換する必要がある。

- ・乗用車の走行距離・時間短縮による便益（評価基準年：R 5）

年間利用台数 : 100,000 台

走行距離 : 整備前 10 km
整備後 8 km

走行速度 : 整備前 20 km/h
整備後 40 km/h

車種別走行経費原単位 : 整備前 19.91 円/台・km（表 2.2 一般道（平地））
整備後 17.05 円/台・km（表 2.2 一般道（平地））

GDP デフレーター（R 5）：102.5（表 9.1 参照、R4 を適用）

GDP デフレーター（R 2）：101.9（表 9.1 参照）

年間便益額 = 年間利用台数 × (整備前の走行距離 × 車種別走行経費原単位

GDP デフレーター

$$\begin{aligned}
 &\quad - \text{整備後の走行距離} \times \text{車種別走行経費原単位}) \times (R 5 / R 2) \\
 &= 100,000 \text{ 台} \times (10 \text{ km} \times 19.91 \text{ 円/台・km} \\
 &\quad - 8 \text{ km} \times 17.05 \text{ 円/台・km}) \times (102.5 / 101.9) \\
 &= 6,307 \text{ 千円/年 (評価基準年の実質価格に変換された年間便益額)}
 \end{aligned}$$

③ 漁船航行に要する1時間当たりの燃料費

1時間当たりの燃料費は、当該人工魚礁を利用する漁業種類別に、平均的漁船の航行中の出力馬力数×1馬力1時間あたり燃料消費量（燃料消費率÷油料重量）で算定する。標準的な燃料消費率等の原単位を以下に示す。

- ・漁船用推進機関の標準燃料消費率:0.17kg/PS・h
「漁船用環境高度対応機関型式認定基準」で、機関の種類毎に規定される燃料消費率の基準値の3/4（機関出力：75％）に基づき、その平均値とした。
- ・潤滑油：燃料の2％（1～3％）
潤滑油消費量：燃料消費量×2％
- ・油料重量：重油860kg/m³、軽油820kg/m³、重質潤滑油915kg/m³、軽質潤滑油865kg/m³
「石油連盟」の統計情報で示されている各油燃料密度の平均
- ・1時間あたり漁船航行燃料費：燃料消費量×単価＋潤滑油消費量×単価

④ 漁船の耐用年数の延長年数等

漁船の耐用年数延長による償却費の年間削減額は下式による。なお、下記算定に係る諸元データに関しては、当該事業実施地区の実情に応じ、実態調査等の結果を踏まえた適切な根拠に基づいて設定して良い。

$$\text{年間削減額} = \{ (\text{漁船建造費} / \text{漁港施設整備前の漁船の耐用年数}) - (\text{漁船建造費} / \text{漁港施設整備後の漁船の耐用年数}) \} \times \text{受益対象漁船総トン数}$$

1) 漁港施設整備前の漁船の耐用年数

「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」（財務省）では、FRP船が7年、総トン数500トン未満の鋼船が9年、500トン以上の鋼船が12年と設定されている。

2) 漁港施設整備後の漁船の耐用年数の延長分

当該事業実施地区の実態に応じ、適切な根拠に基づいて設定する。なお、平成25年度に実施された実態調査によれば、静穏度の向上を主目的とした漁港整備の前後において、漁船の使用期間が平均3.17年延長していることが報告されている。

3) 漁船建造費

当該事業実施地区の受益対象漁船に応じ、適切な根拠に基づいて設定する。なお、国土交通省「造船造機統計調査」による平成29年1月～令和3年12月までの5ヶ年間に建造された100t未満のFRP製漁船のトンあたり建造費は、4,754千円/トン（消費税控除、令和3年の実質価格化）、平成29年1月～令和3年12月までの5ヶ年間に建造された鋼船のトンあたり建造費は、2,745千円/トン（消費税控除、令和3年の実質価格化）（平成29年1月～令和3年12月までの5ヶ年間）となる。なお、令和4年以降を基準年としてこの値を使用する場合は、簡便な手法としてGDPデフレーターを用いてその年の実質価格に変換して使用することができる。

（算定例）

令和5年に100t未満のFRP製漁船の建造費(4,754千円/トン)を用いる場合

GDPデフレーター

$$\text{FRP製漁船のトンあたり建造費} = 4,754 \text{千円/トン} \times (\text{R5} / \text{R3})$$

(参考) 引用元データ

国土交通省「造船造機統計調査」による平成29年1月～令和3年12月までの5ヶ年間に建造された100t未満のFRP製漁船124隻(総トン数1,886トン)の実績値では、トンあたり建造費として4,754千円/トン(消費税込み)、また、平成29年1月～令和3年12月までの5ヶ年間に建造された鋼船184隻(総トン数34,749トン)の実績値では、トンあたり建造費として2,745千円/トン(消費税込み)である。

4) 受益対象漁船総トン数

受益対象漁船総トン数は、便益算定対象施設を利用する漁船の総トン数とし、事業実施地区における港勢調査等を用いて、利用実績等を踏まえて設定する。なお、外来船等の利用が見込まれる場合には、当該施設の利用率(年間利用日数)を考慮して設定する。

⑤ 漁業経費

年間漁業経費は、増加生産量を得るために必要な漁業経費で、整備前後の生産金額に当該漁業種類別漁業経費の経費率を乗じ、その差を求めて算定する。

$$\begin{aligned}\text{年間漁業経費 (C)} &= (\text{整備後の生産金額} \times \text{整備後の漁業種類別漁業経費率}) \\ &\quad - (\text{整備前の生産金額} \times \text{整備前の漁業種類別漁業経費率})\end{aligned}$$

漁業経費の経費率は、年間漁業生産額に対する年間漁業変動経費の割合とする。漁業変動経費の内容は、原則として生産量の増加に伴い増大する以下の経費の総和とする。なお、下記経費項目以外にも生産量の増加に連動する経費がある場合には加算する。人件費は、原則として固定経費として扱うが、漁業種類(まき網等)によっては変動経費として扱うことが適切な場合があるため、留意する。

【代表的な漁業変動経費費目】

○燃油代 ○漁具費 ○資材代(魚箱) ○餌代 ○氷代 ○消耗品費
○販売手数料 ○放流経費 ○その他生産量の増加に伴い増大する経費

年間漁業変動経費は、原則として実態調査によって把握する。ただし、利用実態や漁業経費の実態が把握できない場合には、「漁業経営調査報告」等の統計資料を参考とし、漁業収入に対する漁業支出総額(減価償却費を除く)の割合等で代替する。

上記の漁業変動経費の費目のうち、主な構成費目である販売手数料は、各地区における販売方法や流通条件、販売を担う漁業協同組合等の経営状況等の個別事情により地域差が大きいという性格を持つ。一方、販売手数料を除く漁業変動経費は漁業種類(操業方法や使用漁具、対象魚種等)によって異なるものであり、漁業種類別に標準的な変動経費率を設定することが可能である。

【参考: 漁業経営調査報告に基づく漁業変動経費率を用いた便益試算例】

「漁業経営調査報告」では、漁労支出として表2.3に示す費目が計上されている。これらの費目について生産量の増減との関係を見ると、直接連動するもの、連動しないもの(すなわち、生産量の増減にかかわらず、固定的に発生する支出)、統計上両者が明確に区分できないものに区分できる。したがって、漁業変動経費率を求める場合、明らかに連動しない費目(ただし、雇用労賃は漁業種類によって連動する場合もあることから留意する)を除いた支出総額を求め、漁労収入に対する割合として算定する。

表 2.3 に基づき、「令和 3 年漁業経営調査報告」（農林水産省大臣官房統計部、令和 5 年 2 月）を用いて漁業変動経費率を算定する。

表 2.3 「漁業経営調査報告」を用いた漁業変動経費率の算定例

費目	生産量の増減との関係	漁労支出	令和3年 平均(千円)	
			「連動しない」を 除漁労支出 ①	漁労収入 ②
期首期末棚卸増減	連動しない	△ 14		8,176
雇用労賃	連動しない※	992		
漁船・漁具費	分割不能	454	454	
油費	直接連動	944	944	
えさ代	直接連動	124	124	
種苗代	連動する場合もある	7	7	
核代	—	—	—	
修繕費	分割不能	514	514	
販売手数料	直接連動	479	479	
負債利子	連動しない	29		
租税公課諸経費	連動しない	196		
その他	分割不能	1,379	1,379	
減価償却費	連動しない	805		
計		5,909	3,901	

※漁業種類(まき網等)によっては連動する場合もある。

出典：令和 3 年漁業経営調査報告（農林水産省大臣官房統計部、令和 5 年 2 月）

漁業変動経費率に基づいて便益を試算した事例を以下に示す。

(算定例)

漁業種類 : 刺網、一本釣等
 主な漁獲対象魚 : ヒラメ・カレイ
 増加生産量 : 2,500kg/年
 平均単価(消費税抜き) : 700 円/kg
 漁業変動経費率 : $3,901 \text{ 千円} / 8,176 \text{ 千円} \div 0.477$

年間便益額 (B) = $2,500\text{kg} \times 700 \text{ 円/kg} \times (1 - 0.477) \div 915 \text{ 千円}$

∴増加生産量 2,500kg、平均単価(消費税抜き) 700 円/kg の場合には、915 千円の便益額となる。

3. 人工魚礁による増殖効果の算定方法

(1) 算定手法の種類

人工魚礁には、本来の魚類蛸集機能に加え、水産生物の餌場、隠れ場・休息場、産卵場として利用されることによる増殖機能があり、成長の促進、幼稚魚等の生残率の向上、産卵量と資源の増加等の効果をもたらしている。人工魚礁の効果を適切に評価するため、これら人工魚礁の増殖効果についても便益を計測する。

なお、魚種ごとに人工魚礁の増殖効果と生産量の増加効果のいずれか一方を選択して算定することとし、同一魚種で複数の効果を計上しないこととする。

増殖効果の算定に当たっては、魚礁を餌場、隠れ場・休息場として利用した幼稚魚や、魚礁に生み付けられた卵・稚仔魚が、漁獲可能年齢まで成長し漁獲されると期待される量（期待漁獲量：Q）を求めて便益額を算定する。

期待漁獲量を求める方法としては、これまで蓄積されてきた調査研究の成果に基づき、下表の3つの手法が考えられる。対象海域における増殖効果の発現状況及び対象魚種の生態等に従い、これら3つの手法のうち最も適切な手法を対象魚種ごとに1つ選択し、算定するものとする。

期待漁獲量算定手法
1) 魚礁に着生する海藻類による幼稚魚育成効果
2) 魚礁周辺での幼稚魚育成効果
3) 産卵場効果

注1) 生産量の増加効果の算定対象とした魚種は上記増殖効果の算定対象からは除外する。また、上記増殖効果便益計測項目間でも魚種の重複を避ける。

① 魚礁に着生する海藻類による幼稚魚育成効果

人工魚礁の設置環境によっては、人工魚礁本体に海藻類が着生し、群落を形成する（以下「施設藻場」という）場合がある。施設藻場は幼稚魚の育成場として機能し、成育した幼稚魚は成長と共に施設藻場を離れ、周辺の天然漁場に移動する。

魚礁に着生する海藻類による幼稚魚育成効果における期待漁獲量（Q）は、対象地区の施設藻場における幼稚魚生息尾数を基準とし、これに生残率、漁獲率等の資源特性値を乗じて算定する（図3.1）。

基準となる幼稚魚生息尾数は、原則として事業実施地区（事前評価の場合には、事業実施地区周辺の海域）における潜水調査等の現地調査から求める。ただし事前評価の場合には、既往の調査研究に基づく信頼性のあるデータ（評価を行う時点から直近5年程度の間における、事業実施地区と同様の海域環境条件下にある海域で形成される藻場等において確認された幼稚魚生息尾数等）がある場合は、これを使用して差し支えない。

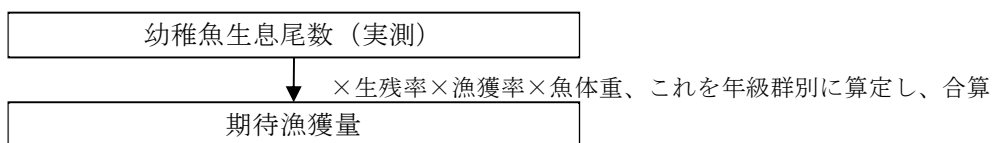


図3.1 施設藻場で育成された資源の期待漁獲量(Q)の算定の流れ

② 魚礁周辺での幼稚魚育成効果

人工魚礁周辺の一定の効果範囲（以下「魚礁効果範囲」という）においては、幼稚魚の生息密度が高く、育成場として機能していると想定される。魚礁効果範囲で成育した幼稚魚は成長と共に周辺の天然漁場に移動する。

本来、魚礁周辺での幼稚魚育成効果は立体的に発現しているものと考えられるが、海底部を除く魚礁効果範囲における幼稚魚の蛸集量を定量化することは困難なため、現段階では、魚礁効果範囲

のうち海底部で発現する効果が主要な効果と想定される。よって、魚礁周辺での幼稚魚育成効果の計測対象となりうる魚種は底生魚類（カレイ類、ヒラメ等）となる。

魚礁周辺での幼稚魚育成効果における期待漁獲量（Q）は、魚礁効果範囲の幼稚魚生息密度（尾／ m^2 ）と対照海域の幼稚魚生息密度の差に魚礁効果範囲の面積を乗じ、これに生残率、漁獲率等の資源特性値を乗じて算定する（図 3.2）。

魚礁効果範囲の幼稚魚生息密度は、魚礁との距離が近い程高く、魚礁からの距離が離れるに連れて低くなることから、魚礁からの距離毎の生息密度を考慮した平均値を用いる（図 3.3 参照）。また、魚礁効果範囲は、魚礁の影響によって高まっている幼稚魚生息密度が、魚礁の影響が及ばない対照海域における幼稚魚生息密度と同等の水準となるまでの、魚礁を中心とした範囲とする（図 3.3 参照）。

対象地区（事前評価の場合には、事業実施地区の周辺海域における既存魚礁施設）における魚礁効果範囲の幼稚魚生息密度と対照海域の幼稚魚生息密度は、原則として潜水調査等の現地調査から求める。魚礁効果範囲の面積についても、対象とする魚種、海域条件、事業内容により異なることから、現地調査や既往知見から求める。

なお、事前評価の場合には、既往の調査研究に基づく信頼性のあるデータ（評価を行う時点から直近 5 年程度の間における、対象地区と同様の海域環境条件下にある海域で設置された人工魚礁において確認された幼稚魚生息密度の差等）がある場合は、これを使用して差し支えない。

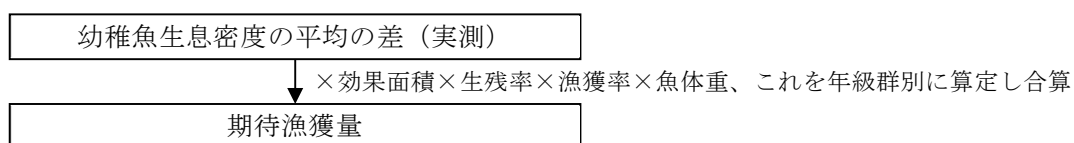


図 3.2 魚礁効果範囲の海底部に蟄集する幼稚魚の期待漁獲量(Q)の算定の流れ

魚礁周辺での幼稚魚育成効果は、図 3.3 に示すようなパターンで発現することが想定される。表 3.1 に示した調査例では、対照海域（対照区）においては幼稚魚が散在しているのに対し、魚礁区では魚礁から 4m の範囲における生息密度が高い傾向にある一方、魚礁から 6m 以上離れた範囲における生息密度は小さなものとなっていることが分かる。ここでは、魚礁区と対照区における生息密度について、各年の調査結果に基づいて t-検定を実施した。その結果、各年ともに魚礁から 4m の範囲において有意差が確認された。よって、魚礁から 4m までの範囲を魚礁効果範囲とみなすことができる。このように、魚礁効果範囲を設定する際には、複数年の生息密度調査の結果に基づき、各年の調査結果について統計的な検定を実施した上で各年毎に設定し、その平均を用いることもできる。

また、生息密度差は、各年の魚礁効果範囲と対照区の生息密度の平均の差とする。

表 3.1 魚礁周辺及び対照海域における幼稚魚分布調査事例

魚礁区	魚礁施設からの距離						
調査時期	0m	2m	4m	6m	8m	10m	20m
2005.4	5.6	4.8	3.8	2.0	1.2	1.0	1.0
2006.4	5.2	4.4	3.4	1.6	1.0	1.0	0.8
平均	5.4	4.6	3.6	1.8	1.1	1.0	0.9
効果範囲4mの生息密度の平均			4.5	= a ⇒各年の生息密度調査結果について t 検定を実施し、有意差を確認して効果範囲を設定			

対照区	調査ポイント							平均
調査時期	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
2005.4	1.0	0.8	1.0	0.8	0.8	1.0	0.8	0.89
2006.4	1.0	1.0	0.8	0.8	0.8	0.6	0.8	0.83
						2カ年平均		0.86 = b

注1) 調査は、効果の発現状況を正確に把握するため、2カ年実施し、マコガレイ幼稚魚の着底期に合わせて4月に行った。

注2) 対照区は、魚礁区と同様の海域条件（水温・塩分、水深、底質、流況等）で、当該魚礁の影響が及ばない海域に設定した。

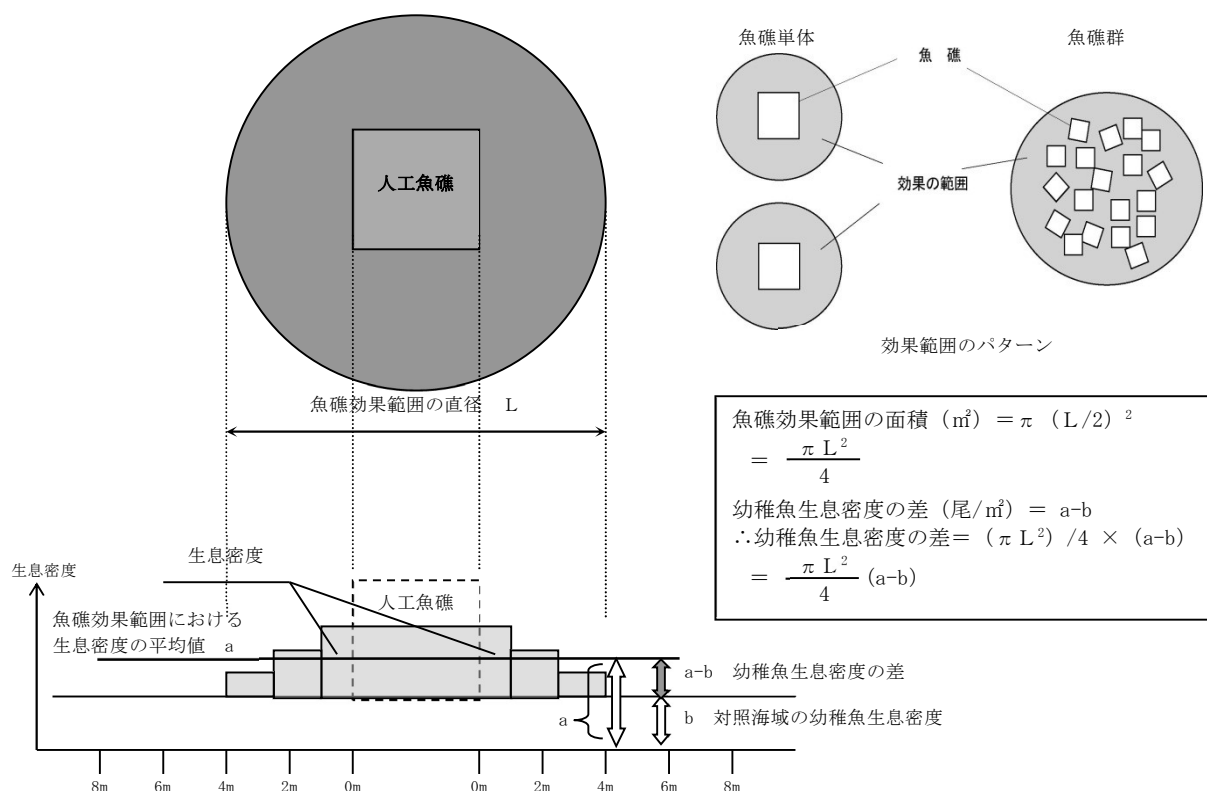


図 3.3 魚礁周辺での幼稚魚育成効果の便益算定の考え方

③ 産卵場効果

人工魚礁を産卵場として利用する魚種も多く、当該人工魚礁で産出された卵・稚仔魚が別の海域へ移送され、漁獲対象となる場合も見られる。

産卵場効果における期待漁獲量 (Q) は、産卵親魚の蛸集量と全長から基準となる産卵量を算定し、初期生残率等を乗じて漁獲開始時の資源尾数を算定し、さらに、その後の生残率、漁獲率等の資源特性値を乗じて算定する (図 3.4)。

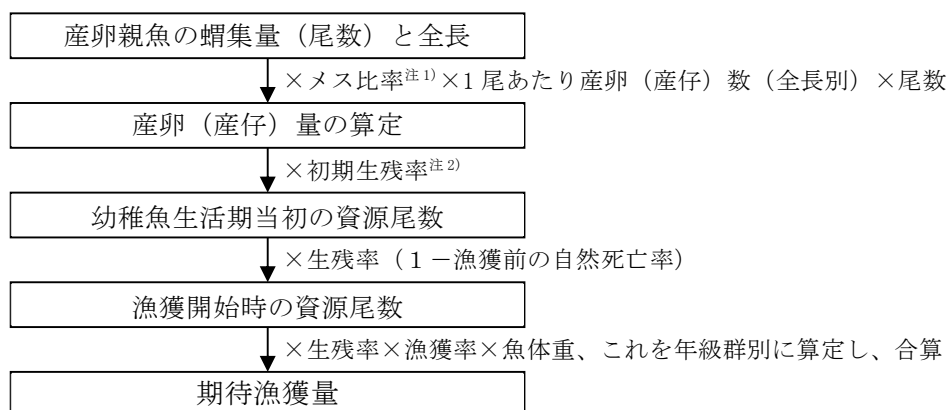


図 3.4 魚礁で産出された卵・稚仔魚による期待漁獲量 (Q) の算定の流れ

注 1) メス比率：当該対象種の産卵生態に応じて設定

注 2) 初期生残率：初期発育段階における自然死亡による個体群の減少から生残する割合

産卵親魚の蛸集量と全長は、原則として事業実施地区 (事前評価の場合には、事業実施地区周辺の既存魚礁施設) における潜水調査等の現地調査から求める。ただし、事前評価の場合には、既往

の調査研究に基づく信頼性のあるデータ（評価を行う時点から直近5年程度の間における、事業実施地区と同様の海域環境条件下にある海域で設置された人工魚礁等において確認された魚種別産卵親魚の蛸集量、全長等）がある場合は、これを使用して差し支えない。

なお、初期生残率等の数値を設定することが困難な場合には、当該種が保存される最低資源量として、成熟開始時に親魚と同数の資源が残存するとの考え方から、漁獲開始時の資源尾数を算定する方法もある。

(2) 生残解析の考え方

① 増殖効果における期待漁獲量の算定にかかる生残解析の概要

増殖効果における期待漁獲量の算定にあたっては、対象とする魚種の生残解析の実施が前提となる。この生残解析の考え方として、資源が減少する過程は図 3.5 の模式図に示すことができる。

(初期減耗期)

資源尾数は、出生後、時間の経過とともに減少するが、特に初期の減耗は急激である。この時期を特に初期減耗期といい、一定の生育期間を経て幼稚魚サイズになった後の自然死亡率よりもかなり大きい値となる。言い換えれば、初期生残率は極めて小さな値となる。

(漁獲前の幼稚魚期)

幼稚魚サイズになった後、漁獲対象サイズに成長するまでの間(図中の R-R' の期間)は漁獲による死亡がなく、自然死亡のみで資源が減少する期間である。

(漁獲対象期)

漁獲が開始されるサイズに成長した後は、漁獲による死亡と自然死亡により資源が減少していくことになる。

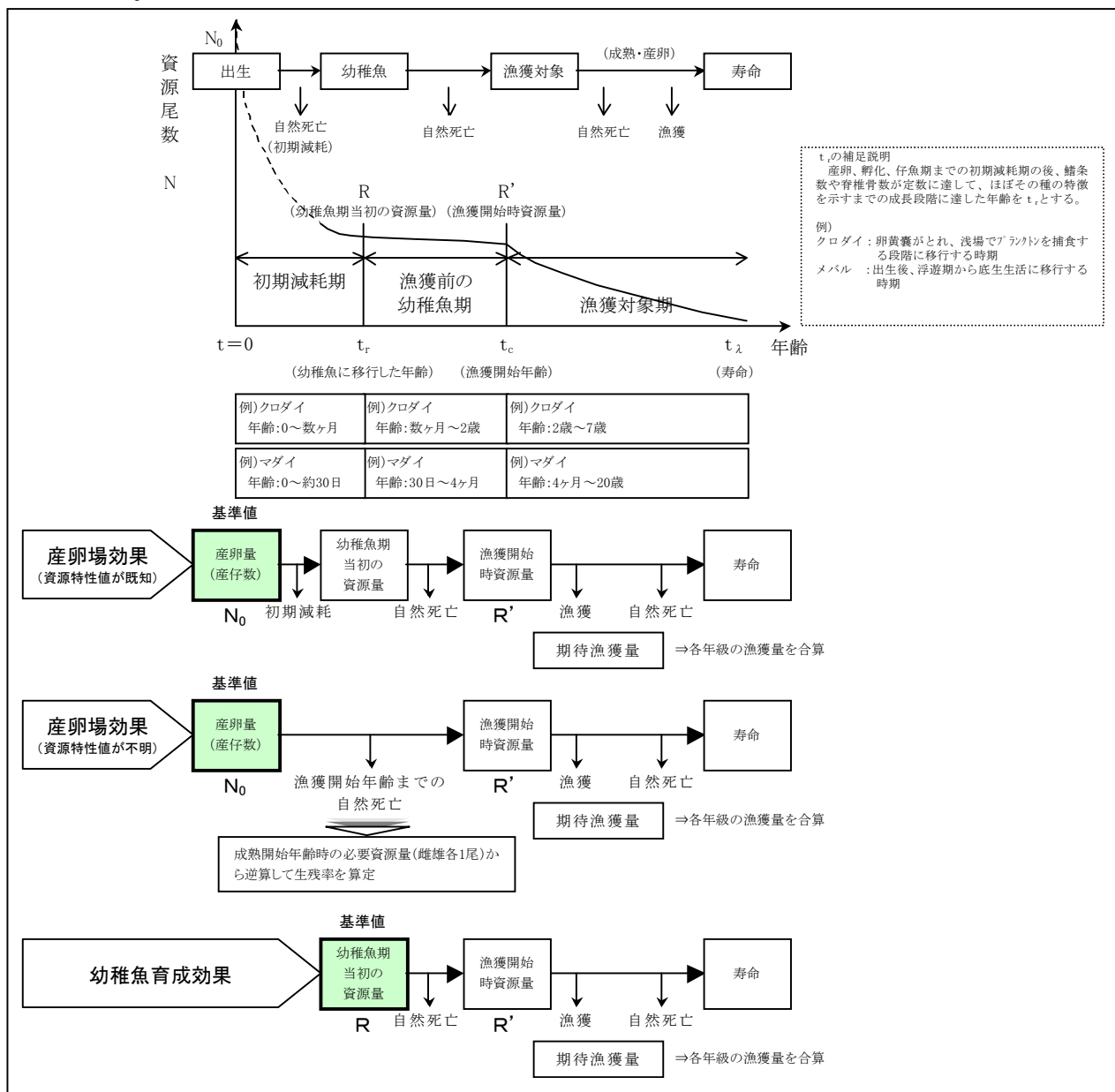


図 3.5 増殖効果の算定にかかる生残解析の考え方

増殖効果の便益として算定する対象となる期待漁獲量は、漁獲が開始されるサイズに成長した後
に漁獲される量の推定値となる。したがって、漁獲開始サイズに成長した時点での資源量（R'）を
推定し、その資源量に基づいて、対象種の寿命に至るまでの漁獲量を推定することになる。

図 3.5 に示すとおり、漁獲開始サイズに成長した時点での資源量を推定する際には、魚礁に着生
する海藻類による幼稚魚育成効果及び魚礁周辺での幼稚魚育成効果の場合は「幼稚魚生息尾数(R)」、
産卵場効果の場合は「産卵（仔）量（N₀）」を基準とする。これらの基準とした値から期待漁獲量を
求めるための生残解析を行うには初期生残率、自然死亡率、漁獲率等の資源特性値が既知である必
要がある。

これらの資源特性値は、地域の漁業特性を勘案し、当該海域における対象種の資源量の調査研究
結果等に基づいて推定される値である。

② 初期生残率について

表 3.2 に初期生残率の設定例を示す。このように初期生残率が既知で、漁獲開始前の自然死亡率
や漁獲開始後の自然死亡率、漁獲率も既知の場合、産卵（仔）量を基準として生残解析を行い、期
待漁獲量を算定することが可能である。

表 3.2 初期生残率の設定例

魚 種	初期生残率
カサゴ	0.00045
アイナメ	0.00045
キジハタ	0.00002

広域型増殖場生産量実証調査報告書(平成17年4月 岡山県)

一方、初期生残率を設定することが困難な場合、水産資源が維持されるための基本的な考え方と
して、1尾のメス親魚から産まれた卵（仔魚）から2尾（オス、メス各1尾）が成熟開始年齢まで
生き残る必要があるとの考え方から、産卵量から漁獲開始年齢までの生残率を設定するといった方
法も考えられる（表 3.3）。この考え方で推定した漁獲開始年齢までの生残率の例を表 3.4 に示す。

表 3.3 漁獲開始年齢までの生残率の考え方

区 分		2才で成熟 する魚種	3才で成熟 する魚種	4才で成熟 する魚種
1尾あたり産卵（仔）量（個、尾）		E2	E3	E4
再生産に必要な生残尾数	1才	10	50	250
	2才	2	10	50
	3才		2	10
	4才			2
漁獲開始時 までの生残率	漁獲開始年齢 1才の魚種	10/E2	50/E3	250/E4
	漁獲開始年齢 2才の魚種	2/E2	10/E3	50/E4

注1. 表中のE2は2才で成熟する（生物学的最小形2才）魚種の1尾当たりの産卵量を示す。
同様にE3、E4は3才、4才で成熟する魚種の1尾当たり産卵量。

注2. 全減少率を0.8と想定し、生残率は0.2とした。

表 3.4 漁獲開始年齢までの生残率の計算例

魚種	成熟年齢	漁獲開始年齢	成熟サイズ	産卵数	漁獲開始までの生残率
メバル	3	2	18.5cm	1.8万尾	10/18,000=0.0005
カサゴ	2	2	12.4cm	1.8万尾	2/18,000=0.0001
クロダイ	3	2	34.2cm	20万粒	10/200,000=0.00005

注) カサゴ、メバルは卵胎生のため、産仔数を示しており、単位は尾数である。

③ 初期生残率以外の資源特性値について

既往の調査研究で推定された自然死亡率、漁獲率等の資源特性値の報告例を表 3.5 に示す。この他、水産庁が実施する資源評価の対象魚種の漁獲係数に関しては、毎年度の資源評価結果で公表されている。これら報告例は、初期減耗期以降の漁獲前の幼稚魚期からの資源量調査から推定されたものである。

報告例が示すとおり、資源特性値は、魚種、海域、操業条件等で異なることから、原則として当該地域における調査研究結果等に基づいて推定されることが望ましい。既往の調査研究結果等を引用する場合にあっても、魚種、海域、操業条件等が適合することに十分注意することが必要である。

一方、表 3.5 の資源特性値報告例にも示されているとおり、漁獲対象となる多くの魚種で自然死亡と漁獲を合わせ、1 年で資源尾数の半数強が減少することが推定される。調査研究による推定が困難で、引用可能な値もない場合には、生残率が過大とならないように配慮し、全減少率を 0.8 に設定の上、他の資源特性値を推定することも考えられる（初期減耗期は除く）。

表 3.5 資源特性値についての報告例

魚種	海域	年齢	全減少係数 (Z)	自然死亡係数 (M)	漁獲係数 (F)	生残率 (S)	全減少率 (1-S)	自然死亡率 (D)	漁獲率 (E)	出典*	備考
メバル	香川	0-1	0.357	0.357	0.000	0.700	0.300	0.300	0.000	1	
		2-	1.082	0.357	0.725	0.339	0.661	0.218	0.443		
	岡山	0-2	0.105	0.105	0.000	0.900	0.100	0.100	0.000	2	
		2-	0.693	0.139	0.554	0.500	0.500	0.100	0.400		
	岡山	0-1	0.301	0.301	0.000	0.740	0.260	0.260	0.000	3	
		1-	0.778	0.301	0.477	0.459	0.541	0.209	0.331		
カサゴ	香川	0-2	0.357	0.357	0.000	0.700	0.300	0.300	0.000	1	
		3-	1.021	0.357	0.664	0.360	0.640	0.224	0.416		
	岡山	0-2	0.105	0.105	0.000	0.900	0.100	0.100	0.000	2	
		2-	0.693	0.139	0.554	0.500	0.500	0.100	0.400		
	岡山	0-1	0.417	0.417	0.000	0.659	0.341	0.341	0.000	3	
		1-	0.960	0.417	0.543	0.383	0.617	0.268	0.349		
アイナメ	岡山	0-1	0.301	0.301	0.000	0.740	0.260	0.260	0.000	3	
		1-	0.984	0.301	0.683	0.374	0.626	0.192	0.435		
クロダイ	香川	0-1	0.431	0.431	0.000	0.650	0.350	0.350	0.000	1	
		2-	0.655	0.431	0.224	0.519	0.481	0.316	0.164		
	岡山	0-1	0.197	0.068	0.129	0.821	0.179	0.090	0.170	2	
		1-	1.079	0.163	0.916	0.340	0.660	0.100	0.560		
マダイ	広島	1-	0.761	0.223	0.538	0.467	0.533	0.156	0.377	5	
	淡路島		0.730	0.238	0.492	0.482	0.518	0.169	0.349	6	9-4月
			1.095	0.357	0.738	0.335	0.665	0.216	0.449		5-8月
マコガレイ	岡山	0-1	0.799	0.799	0.000	0.450	0.550	0.550	0.000	3	
		1-	1.592	0.799	0.793	0.204	0.796	0.400	0.397		
	大阪 周防灘	1-	1.451	0.656	0.795	0.234	0.766	0.346	0.420	7	
			1.008	0.599	0.409	0.365	0.635	0.377	0.258	8	
マガレイ	山形	3-	0.800	0.210	0.590	0.449	0.551	0.145	0.406	9	
カレイ類	岡山	0-1	0.146	0.067	0.079	0.864	0.136	0.062	0.074	4	
		1-	1.592	0.799	0.793	0.204	0.796	0.400	0.397		
ヒラメ	岡山	0-1	0.357	0.357	0.000	0.700	0.300	0.300	0.000	3	
		1-	0.852	0.357	0.495	0.427	0.573	0.240	0.333		
スズキ	岡山	0-1	0.104	0.043	0.062	0.901	0.099	0.040	0.059	4	
		1-	1.250	0.510	0.740	0.287	0.713	0.291	0.422		

*出典は以下の通り。

- 1) 香川県水産試験場：平成元年度広域型増殖場造成事業調査報告書，47-49，1990。
- 2) 岡山県：広域型増殖場生産量実証調査報告書。
- 3) 岡山県：東備地区特定漁港漁場整備事業計画，平成14年5月。
- 4) 岡山県：岡山地区広域型増殖場造成事業調査報告書，平成10年3月。
- 5) 高場 稔・溝上昭夫・米司 隆・平田貞郎・伏見 徹：マダイの種苗放流・追跡Ⅳ，広島水試研報16，1-18，1986。
- 6) 島本伸夫・石橋喜美子：淡路島南東部海域におけるマダイの資源増殖に関する研究，東海水研報114，1984。
- 7) 辻野耕實・安部恒之・日下部敬之：大阪湾におけるマコガレイの漁業生物学的研究，大阪水試研報10，29-50，1997。
- 8) 山口県・福岡県・大分県：昭和60年度沿岸漁業管理適正化方式開発調査周防灘域海域別調査事業報告書，1986。
- 9) 新潟県資源回復支援基盤整備事業 広域資源管理推進事業データ。

さらに、自然死亡率、漁獲率は以下の関係式より求めることができる。

$\text{生残率}(S) = (t+1) \text{才魚の資源尾数} / t \text{才魚の資源尾数}$ $* : \text{単位時間を1年とした場合}$	(1)
$\text{全減少率}(1-S) = \text{漁獲率}(E) + \text{自然死亡率}(D)$	(2)
$\text{全減少係数}(Z) = \text{漁獲係数}(F) + \text{自然死亡係数}(M) = -\ln S$	(3)
$\text{生残率}(S) = e^{-Z} = e^{-(F+M)}$	(4)
$\text{漁獲率}(E) = F(1-S) / Z$	(5)
$\text{自然死亡率}(D) = M(1-S) / Z$	(6)

なお、全減少率（1－S）を0.8とした場合の全減少係数は（Z）は1.609である。ここで、自然死亡係数（M）が分かれば、全減少係数（Z）＝漁獲係数（F）＋自然死亡係数（M）より漁獲係数（F）が求まり、(5)式より漁獲率（E）を推定できる。自然死亡係数（M）についてはいくつかの推定方法が採られているが、簡便な考え方としては、次のようなものがある。

$M = 2.5 / \text{寿命（年）}$ ・・・田中－田内の方法

$M = 1.521 / (t_m^{0.720}) - 0.155$ ・・・Rikhter-Efanovの方法

ここで、 t_m は100%成熟年齢

(3) 魚種ごとの期待される効果

生産量の増加効果及び増殖効果の各項目については、便益算定の対象魚種を区分することが前提となる。以下に、便益算定対象の代表的魚種について、各魚種の生態に基づき、各効果項目に対応するよう区分した（表 3.6）。

基本的に生産量の増加効果は、人工魚礁の効果対象として想定される全魚種において算定可能な項目であり、増殖効果の各項目については、各魚種の生態に基づいて算定可能な項目に分類される。便益算定の際には、効果の発現状況等に基づいて、適切に区分する必要がある。

表 3.6 主要魚種における期待される効果項目（例）

魚種	効果項目 生産量の増加効果	幼稚魚育成効果		産卵場効果
		施設藻場	魚礁周辺	
アイナメ	○	○		○
アジ類	○			
アナゴ	○	○		
イサキ	○			
ウスメバラル	○	○		
ウマヅラハギ	○	○		○
カサゴ	○	○		○
カレイ類	○		○	
カワハギ	○			○
クロダイ・ヘダイ	○	○		○
コチ	○			
シラスイワシ	○			
サバ類	○			
スケトウダラ	○			
スズキ類	○			
ソイ類	○	○		○
タイ類	○	○		○
タチウオ	○			
タラ(マダラ)	○		○	
ハタ類	○			○
ヒラメ	○		○	○
フエダイ・フエフキダイ類	○	○		
ブリ類	○			
ホッケ	○			
メバラル(類)	○	○		○
イカ類	○			
ヤリイカ	○			○
アオリイカ	○			○
タコ類(マダコ、ヤナギダコ等)	○	○		○
ミズダコ	○	○		○

1)上記魚種は、各都道府県による漁獲調査で「沈設魚礁」の効果計測対象種となっているもの。増産期待量原単位にも含まれている魚種。

(4) 試算例

① 便益算定対象施設の概要

便益額を試算するにあたり、餌料培養構造物が装着された 3.25m 角型魚礁を設置する事例を想定することとした(表 3.7)。なお、対象海域ではこれまで餌料培養構造物が装着された人工魚礁が設置された例は無く、計算に必要な餌料生物量、幼稚魚生息密度等のデータは、同様の海域環境条件下にある海域で実施した現地調査で得られた数値を使用することとした。また、増加生産量原単位については、対象海域内で既に設置された人工魚礁の周辺海域において、標本船調査等に基づいて設定されている原単位を使用することとした。

ここで、魚類の単価は消費税を控除した値を用いる必要がある。

表 3.7 便益額試算対象施設の概要

事業量	1,200 空 ³	(34.3空 ³ /基×35基)
海藻着生面積	122.5 m ²	(3.5m ² /基×35基)

増加生産量原単位	3.41 kg/空 ³	標本船調査等により算出
魚種別内訳		
アジ	0.56 kg/空 ³	⇒ 増殖効果で計測 カレイ類、クロダイ、カサゴを含む上記以外の魚種 ⇒ 増殖効果で計測
マダイ	2.48 kg/空 ³	
ブリ	0.26 kg/空 ³	
メバル	0.02 kg/空 ³	
その他	0.09 kg/空 ³	

平均単価 (円/kg)	消費税(8%) 控除後 (円/kg)
432	400
864	800
540	500
1188	1,100
972	900

② 通常の人工魚礁での試算

従来の施設整備前後の増加生産量によって評価すると、以下のとおりとなる。

表 3.8 施設整備による生産量増加効果

増加生産量	4,092 kg	3.60kg/空 ³ ×事業量
平均単価	716 円/kg	上記対象魚種の消費税控除後の加重平均単価
漁業所得率	0.48	3t未満漁労所得率
年間便益額	1,406,339 円	増加生産量×平均単価×漁業所得率

③ 餌料培養構造物が装着された人工魚礁での試算

1) 新評価方法での生産量増加効果の試算

増殖効果の算定対象魚種は前掲表 3.7 に示すとおり、「メバル」「その他」であることから、生産量増加効果の算定に当たっては、これら魚種の増加生産量原単位合計 0.11 kg/空³を 3.41kg/空³から除き、3.30 kg/空³ (A) を原単位に設定する。

また、餌料培養構造物を装着した魚礁を設置する場合に、その効果を見込んだ増加生産量原単位を設定して評価する必要がある。設定方法は、以下の 2 手法がある。

ア 餌料培養構造物を装着した既設人工魚礁と非装着の既設人工魚礁の漁獲量調査を実施し、餌料培養構造物の装着の有無による増加漁獲量の差を把握して補正する。

イ 餌料培養構造物による餌料生物増加量を調査により把握の上、これを原単位として、魚類の成長量(体重増加量)に換算し、増産期待量に加算する。

ここでは、イの手法を用いる場合の原単位の設定を試行する。

(試行例)

魚礁 1 基あたり餌料培養構造物容積：0.55m³

- ・餌料培養構造物 1 個 (0.005m³) あたり餌料動物現存量 375 g (周辺漁場において既に餌料培養構造物が装着された魚礁における現地調査) ……①
- ・魚礁 1 基あたり餌料動物現存量 41.25 kg (①×0.55/0.005) ……②
- ・魚礁 1 基あたり餌料動物生産量 82.5 kg (②×回転率 3^{※1}×利用率 2/3^{※2}) ……③

以上から、魚礁 1 基あたり増加魚体重：10.56 kg (③×0.128 (餌料転換効率^{※3})) ……④

事業量：1,200 空 m³ (魚礁 35 基) より、単位事業量当たり増加魚体重：0.31kg/空 m³ (④×35 基/事業量) ……⑤

⑤から、メバル等、本効果算定対象外魚種の増集効果分を除外することから、

$$0.31 \times (3.30/3.41) = 0.30\text{kg/空 m}^3 \cdots (B)$$

※1 回転率について

回転率とは、餌料動物の年間生産量/年平均現存量の比 (P/B_{AVE} 比) である。この値は、種の寿命によって異なり、寿命の短い種では 4~5、長い種では 2~3 以下であることが多い。既往文献 41 事例を調査した結果 (補足表. 1、2 参照) では、平均 3.07 (最小 1.2~最大 8.61) であったことからここでは 3 と設定した。

※2 利用率について

利用率とは、餌料動物生産量に占める魚類の餌料動物利用割合で、年間生産量から餌料生産の維持量分 (現存量) を差し引いた量の全てを利用する (利用可能である) ものとする。P/B 比が 3 の場合の利用率は次のように示される。

$$\text{利用率} = (3 - 1) / 3 = 2 / 3$$

※3 餌料転換効率について

餌料転換効率とは、利用された餌料量に対する魚体の増重量の割合である。既往文献 77 事例の調査結果 (補足表. 3 参照) より、餌料転換効率の平均 12.8% と設定した。

したがって、餌料培養構造物の効果を見込んだ増加生産量原単位は、以下のとおり設定した。

$$3.30 \text{ kg/空 m}^3 (A) + 0.30\text{kg/空 m}^3 (B) = 3.60 \text{ kg/空 m}^3$$

この値を用いて年間便益額を試算したところ、その値は、1,468 千円と試算された。

表 3.9 施設整備による生産量増加効果

増加生産量	4,320 kg	3.60kg/空 m ³ ×事業量
平均単価	708 円/kg	メバル、その他を除いた対象魚種の消費税控除後の加重平均単価
漁業所得率	0.48	3t未満漁労所得率
年間便益額	1,468,109 円	増加生産量×平均単価×漁業所得率

④ 増殖効果の試算

本事例において発現が期待される増殖効果と算定対象魚種を以下のとおり想定する (表 3.10)。

表 3.10 期待される増殖効果

効果項目	対象魚
①魚礁に着生する海藻類による幼稚魚育成効果	メバル
②魚礁周辺での幼稚魚育成効果	その他 (マコガレイ)
③産卵場効果による資源添加の増大効果	その他 (カサゴ、クロダイ)

1) 魚礁に着生する海藻類による幼稚魚育成効果

現地調査では、魚礁に着生した海藻は1年生海藻のアカモクで、この藻場を利用する主な魚種はメバルであった。メバルの尾数確認調査は、アカモクの流失前の4月に行い、以下の結果となった。

■施設藻場への幼稚魚定着尾数

H17年4月 : 17.7尾/㎡ (平均全長30mm)

H18年4月 : 11.1尾/㎡ (平均全長32mm)

2ヵ年平均 : 14.4尾/㎡

$$\begin{aligned} \text{メバル幼稚魚増加尾数} &= \text{メバル幼稚魚定着密度} \times \text{施設海藻着生面積} \\ &= 14.4 \text{ 尾/㎡} \times 3.5 \text{ ㎡/基} \times 35 \text{ 基} \\ &= 1,764 \text{ 尾} \end{aligned}$$

上記の基準値に基づき、表3.11に示すとおり生残解析を行って期待漁獲量を算定し、年間便益額を試算した。その結果、39千円と試算された。

表 3.11 魚礁に着生する海藻類による幼稚魚育成効果便益額の試算

幼稚魚増加尾数	1,764 尾	現地調査結果より14.4尾/㎡ × 施設海藻着生面積
期待漁獲量	73 kg	生残解析後の期待漁獲量 (参考表1)
平均単価	1,100 円/kg	メバルの消費税控除後の単価
漁業所得率	0.48	3t未満漁業所得率
年間便益額	38,544 円	期待生産量×平均単価×漁業所得率

参考表1) 魚礁に着生する海藻類による幼稚魚育成効果算出にかかる生残解析

	全長(cm)	体重(g)	資源尾数	自然死亡	漁獲死亡	漁獲量(kg)
0-1(当歳)			1,764			
1-2(1歳)	10.5	20	1,306	458		
2-3(2歳)	15.5	66	602	272	432	29
3-4(3歳)	18.5	112	278	125	199	22
4-5(4歳)	20.5	152	128	58	92	14
5-6(5歳)	22.0	188	60	26	42	8
合計					765	73

漁獲開始年齢 2歳

漁獲前自然死亡率 0.260

漁獲開始後自然死亡率 0.209

漁獲率 0.331

2) 魚礁周辺での幼稚魚育成効果

現地調査では、魚礁直近域で見られた水産有用種の主たる幼稚魚はマコガレイであり、比較対照海域よりも生息密度が高かった。

■マコガレイ幼稚魚の平均生息密度

	魚礁区	対照区	平均生息密度の差
H17年4月	4.7尾/㎡	0.9尾/㎡	
H18年4月	4.3尾/㎡	0.8尾/㎡	
2ヵ年平均	4.5尾/㎡	0.9尾/㎡	3.6尾/㎡

■魚礁の影響範囲

99.35 ㎡

- ・魚礁から4mの範囲でマコガレイ幼稚魚の密度が高いことを潜水により確認した。
- ・よって、直径 (L) 11.25mの円状の範囲を魚礁影響域とした。

■魚礁設置によるマコガレイ幼稚魚増加尾数

$$\begin{aligned}\text{幼稚魚増加尾数} &= \text{生息密度増加分} \times \text{魚礁 1 基あたり影響範囲} \times \text{設置個数} \\ &= 3.6 \text{ 尾} / \text{m}^2 \times 99.35 \text{ m}^2 / \text{基} \times 35 \text{ 基} \\ &= 12,518 \text{ 尾}\end{aligned}$$

上記の基準値に基づき、表 3.12 に示すとおり生残解析を行って期待漁獲量を算定し、年間便益額を試算した。その結果、265 千円と試算された。

表 3.12 魚礁周辺での幼稚魚育成効果便益額の試算

生息密度差	4 尾/m ²	対照海域との幼稚魚生息密度の差
人工魚礁影響範囲	99.35 m ² /基	現地調査により魚礁から 4 m 範囲で生息密度に顕著な差
幼稚魚増加尾数	12,518 尾	生息密度差 × 人工魚礁影響範囲 × 35 基
期待漁獲量	368 kg	生残解析後の期待漁獲量（参考表 2）
平均単価	1,500 円/kg	マコガレイの消費税控除後の単価
漁業所得率	0.48	3t 未満漁業所得率
年間便益額	264,960 円	期待生産量 × 平均単価 × 漁業所得率

参考表 2) 魚礁直近域における幼稚魚育成効果算出にかかる生残解析

	全長(cm)	体重(g)	資源尾数	自然死亡	漁獲死亡	漁獲量(kg)
0-1(当歳)			12,518			
1-2(1歳)	12.0	38	5,634	6,884		0
2-3(2歳)	16.5	108	1,145	2,253	2,236	241
3-4(3歳)	20.5	203	233	458	454	92
4-5(4歳)	23.5	308	48	93	92	28
5-6(5歳)	22.0	188	10	19	19	4
6-7(6歳)	27.9	515	2	4	4	2
7-8(7歳)	29.4	607	2	0	0	0
合計					2,801	368

漁獲開始年齢	2歳
漁獲前自然死亡率	0.550
漁獲開始後自然死亡率	0.400
漁獲率	0.397

3) 産卵場効果

現地調査では、産卵期に出現した魚種は、メバル、カサゴ、クロダイであった。ただし、メバルは「1）魚礁に着生する海藻類による幼稚魚育成効果」で便益を計測していることから、カサゴ、クロダイを算定対象とした。

■産卵量の推定

当海域の魚礁に産卵期に出現した魚種（メバル、カサゴ、クロダイ）のうち、事業化により見込まれるカサゴ、クロダイの産卵量は表 3.13 に示すとおりである。

表 3.13 魚礁に産卵期に出現した魚種と産卵(仔)数

時期	魚種	全長(cm)	産卵(仔)/尾 (a)	尾数/空m ² (b)	×ス尾数/空m ² (c)	産卵(仔)数 (a)×(c)×事業量(1,200空m ²)
12月	メバル	16	計測対象外			
	カサゴ	16	45,238	9.85×10 ⁻²	4.93×10 ⁻²	2,676,000
4月	クロダイ	50	5,129,000	0.49×10 ⁻²	0.25×10 ⁻²	15,657,000
		40	3,175,200	2.96×10 ⁻²	1.48×10 ⁻²	56,392,000
		35	2,153,300	4.93×10 ⁻²	2.46×10 ⁻²	63,565,000

※観察した魚礁の容積は20.3空m²であった。

上記の基準値に基づき、表 3.14 に示すとおり生残解析を行って期待漁獲量を算定し、年間便益額を試算した。その結果、274 千円と試算された。

表 3.14 産卵場効果による資源添加の増大効果

カサゴ産仔数	2,676 千尾	親魚蛸集量の現地調査より算定
カサゴ漁獲開始尾数	268 尾	カサゴ産仔数 × 漁獲開始年齢までの生残率0.0001
期待漁獲量	10 kg	生残解析後の期待漁獲量（参考表 3）
平均単価	1,100 円/kg	カサゴの消費税控除後の単価
漁業所得率	0.48	3t未満漁労所得率
年間便益額	5,280 円	期待生産量×平均単価×漁業所得率
クロダイ産卵数	135,614 千尾	親魚蛸集量の現地調査より算定
クロダイ漁獲開始尾数	6,781 尾	クロダイ産卵数 × 漁獲開始年齢までの生残率0.00005
期待漁獲量	1,189 kg	生残解析後の期待漁獲量（参考表 4）
平均単価	470 円/kg	クロダイの消費税控除後の単価
漁業所得率	0.48	3t未満漁労所得率
年間便益額	268,238 円	期待生産量×平均単価×漁業所得率
小計	273,518 円	カサゴ年間便益額 + クロダイ年間便益額

参考表3)産卵場効果(カサゴ)の生残解析

	全長(cm)	体重(g)	資源尾数	自然死亡	漁獲死亡	漁獲量(kg)
2-3(2歳)	13.6	40	268	71	93	4
3-4(3歳)	17.7	90	104	27	36	3
4-5(4歳)	21.1	155	41	10	14	2
5-6(5歳)	23.8	229	17	4	5	1
合計					148	10
漁獲開始年齢		2歳				
漁獲開始後自然死亡率		0.268				
漁獲率		0.349				

参考表4)産卵場効果(クロダイ)の生残解析

	全長(cm)	体重(g)	資源尾数	自然死亡	漁獲死亡	漁獲量(kg)
2-3(2歳)	23.0	228	6,781	1,878	2,122	484
3-4(3歳)	27.4	388	2,781	770	870	338
4-5(4歳)	30.7	547	1,141	315	357	195
5-6(5歳)	33.1	689	469	129	146	101
6-7(6歳)	34.9	810	194	53	60	49
7-8(7歳)	36.2	908	81	22	25	23
合計					1,433	1,189
漁獲開始年齢		2歳				
漁獲開始後自然死亡率		0.277				
漁獲率		0.313				

4. 労働環境改善効果の評価基準

漁業の作業状況は、危険作業、重労働、熟練度の必要性等の観点から、建設業の作業状況に類似する面が多い。よって、建設業の各職種を作業内容に基づいて、危険性、重労働性の観点からランク区分し、各ランクの平均報酬日額から労働の質を数値化して基準値とする。

労働環境改善効果の算定にあたっては、この労働の質を数値化した基準値の施設整備前後の差から求めるものとする。

$$\text{年間便益額（B）} = (S_m - S_n) \times P \times N \times D$$

S_m ：整備前の作業状況の基準値（表 4.1 より選択）

S_n ：整備後の作業状況の基準値（表 4.1 より選択）

P ：漁業所得の日額（円／日）

N ：1 日当たりの受益者数（人／日）

D ：年間労働日数

労働環境改善効果を測定する際の基準値は、「公共工事設計労務単価（令和 5 年 3 月から適用）」に基づいて、漁業における作業労務状況を踏まえた建設業の職種を抽出し、危険性や重労働性等の観点から、A、B、C の 3 ランクに分類して各々の平均報酬日額を求める（表 4.1）。次に各ランク別の平均賃金について、C ランク（通常作業）の平均報酬日額を基準として指数化し、これを基準値とする。

なお、表 4.1 の基準値は全国平均の労務単価を用いて設定した値であるため、地域の特性等を踏まえ、各々の地域の労務単価等、より適切な値を用いて算出することが望ましい。

表 4.1 労働環境ランク別の基準値の算定例（公共工事設計労務単価（令和5年3月から適用））

Aランク	事故・障害・病気等の危険性が高い作業	報酬日額
とび工	高所の作業で落下等の危険性高い	26,083
潜かん工	地下の気密な作業室内での作業で危険性高い	34,094
さく岩工	削岩機や爆薬を使用する作業で危険性高い	30,580
トンネル特殊工	トンネル内での作業のため、危険性高い	37,491
トンネル作業員		27,153
潜水士	海面下での作業のため、危険性高い	43,434
山林防砂工	急傾斜地や狭隘な谷間での作業で危険性高い	27,496
橋りょう特殊工	高所作業を伴い、落下等の危険性高い	30,823
橋りょう塗装工		32,245
		平均 32,155

Bランク	重労働（通常作業よりも肉体的負担が大きな作業）	報酬日額
石工	人力での屋外作業が主体で重労働	27,865
ブロック工	人力での屋外作業が主体で重労働	26,517
鉄筋工	人力での屋外作業が主体で重労働	25,930
鉄骨工	人力での屋外作業が主体で重労働	24,853
普通船員	海上での作業で、重労働	24,313
潜水連絡員	海上での作業で、重労働	29,568
潜水送気員	海上での作業で、重労働	29,015
型わく工	人力での屋外作業が主体で重労働	26,460
建築ブロック工	人力での屋外作業が主体で重労働	—
	平均	26,815

基準値の算定

Aランクの基準値（S a）＝32,155／23,486＝1.369

Bランクの基準値（S b）＝26,815／23,486＝1.142

Cランク	通常作業（比較的肉体的負担の小さな作業）	報酬日額
普通作業員	人力での屋外通常作業	20,551
軽作業員	人力での屋外軽作業	15,551
板金工	屋内での作業が主体	26,529
サッシ工	屋内での作業が主体	27,506
内装工	屋内での作業が主体	27,193
ガラス工	屋内での作業が主体	25,094
建具工	屋内での作業が主体	22,939
ダクト工	屋内での作業が主体	22,528
	平均	23,486

基準値の算定

Aランクの基準値（S_a）＝32,155／23,486＝1.369

Bランクの基準値（S_b）＝26,815／23,486＝1.142

漁業作業状況ランク	基準値	該当する作業イメージ
＜Aランク＞ 事故・傷害・病気等の 発生の恐れが大きい	S _a ＝ 1.369	・ 厳寒期における長時間屋外作業 （ex. 北海道などにおける冬場の刺網はずし作業等） ・ 大潮位差漁港における岸壁作業 （ex. 6m 程の潮位差のある有明海での陸揚・準備作業等）
＜Bランク＞ 過重労働（A、C の中間）	S _b ＝ 1.142	・ 岸壁等が未整備のため、漁船の上下架作業等が人力で行われている場合等 ・ 岸壁等が未整備のため、漁獲物の陸揚や資材積込作業等が重労働である場合等
＜Cランク＞ 通常作業	S _c ＝ 1.000	・ 漁港整備等により A 又は B ランクの危険性や重労働性が改善された通常作業負荷の状況

※上記基準値は、「公共工事設計労務単価（令和5年3月から適用）」（国土交通省）を基に全国平均値にて算定した。

施設整備前後の労働環境は、実態調査等の結果に基づく明確な根拠をもって評価し、ランク区分する。なお、参考までにランク区分の評価にかかるチェックシートを表 4.2 に示す。

表 4.2 施設整備前後の労働環境評価チェックシート

評価指標			ポイント	チェック		根拠（評価の目安）
				整備前	整備後	
危険性	事故等の発生頻度	a 作業中の事故や病気等が頻発している	3			ほぼ毎年のように事故や病気が発生
		b 過去に作業中の事故や病気等が発生したことがある	2			直近 5 年程度での発生がある
		c 過去に発生実績は無いが、発生が懸念される	1			
		d 事故等が発生する危険性は低い	0			
	事故等の内容	a 生命にかかわる、後遺症が残る等の重大な事故等	3			海中への転落、漁港施設内での交通事故等
		b 一定期間の通院、入院加療等が必要な事故等	2			転倒、資材の下敷き、落下物の危険等
		c 通院不要で数日で完治するようなごく軽いケガ	1			軽い打撲等
		d 事故等が発生する危険性は低い	0			
	危険性 小計		0～6			
	作業環境	a 極めて過酷な作業環境である	5			酷寒、猛暑、風雪、潮位差が大きい等
b 風雨等の影響が比較的大きい作業環境である		3			風雨、波浪の飛沫等	
c 風雨等の影響を受ける場合がある		1				
d 当該地域における標準的な作業環境である		0				
重労働性	a 肉体的負担が極めて大きい作業	5			人力での漁船上下架、潮位差の大きい陸揚等	
	b 肉体的負担が比較的大きい作業	3			長時間の同じ姿勢での作業等	
	c 肉体的負担がある作業	1				
	d 通常の作業と同等程度の肉体的負担	0				
評価ポイント 計						

Aランクの条件：評価ポイント計 16～13 ポイント ※必ず「事故の発生頻度」、「事故等の内容」の両方の指標でポイントが上げられていること。

Bランクの条件：評価ポイント計 12～6 ポイント

Cランクの条件：評価ポイント計 5～0 ポイント

※各評価指標とも a 評価を与える場合には、評価の根拠を明確に示すとともに、必ず評価を裏付ける資料（例：作業状況の写真等）を添付する。

5. 生活環境改善効果における土地利用の拡大効果の考え方

漁港施設用地の造成等と一体となった用地等の整備では、水産加工場等の移転のための用地も合わせて整備されるため、整備用地へ水産加工場等が整備されることにより、その跡地の利用価値が上がり、土地利用の拡大効果が期待される。

ただし、本効果の発現に伴い、跡地の再整備費用（既存加工場施設等を取り壊して更地化する等の費用）が発生することも想定される。よって、本効果を測定して費用便益分析を実施する場合、このような費用を総費用額に含めて実施する必要がある。

$$\text{総便益額 (B)} = \sum (B_n \times R_n)$$

$$\text{総費用額 (C)} = \sum (C_n \times R_n)$$

B_n : 基準年から n 年後の年度に発生する便益

C_n : 基準年から n 年後の年度に要する費用

R_n : 基準年から n 年後の年度の社会的割引率を考慮した係数

$$B_n = (P_2 - P_1) \times A$$

P_1 : 水産加工場等の用地の単位面積当たりの年間地代 (円/㎡)

P_2 : 水産加工場等移転後の跡地の単位面積当たりの年間地代 (円/㎡)

A : 跡地等の面積 (㎡)

C_n = 用地等造成費用 + 跡地利用のための再整備費用

6. 自然環境保全・修復効果に関する原単位

干潟や藻場は次図に示すような水質浄化、二酸化炭素固定等の自然環境の保全・修復機能を有している。

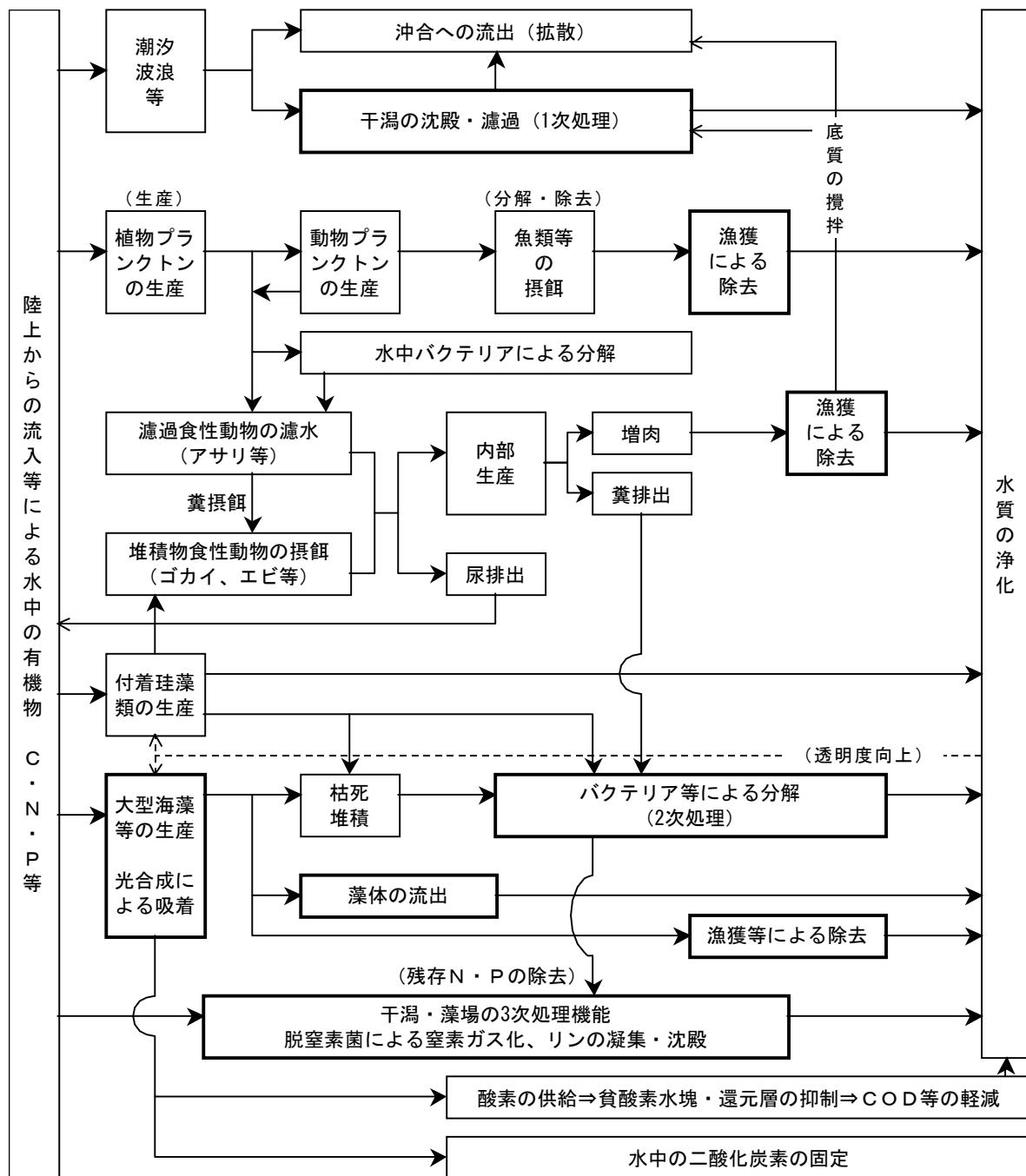


図 6.1 藻場・干潟の水質浄化等のメカニズム

① 有機物除去量に相当する下水道費用(円／CODkg 等・年)

有機物除去量あたり年間経費は、処理人口あたり下水道費用に基づいて算定する。処理人口あたり下水道費用は、年当たり建設費（建設費/耐用年数）＋年間維持管理費とする。特別の理由がない限り、過去10年間（H15～H24）に完全供用開始となった漁業集落排水施設のうち、公共下水道に連結しているものを除く、153カ所の平均である42,322円/人・年（消費税控除、平成27年の実質価格）を使用することができる。

便益の算定にあたっては、基本的にCODについて算定するものとし、特別の理由がない限り、下表に示す値を使用してよい。ただし、藻場の効果として海藻類等の窒素除去量を算定する場合に

は、TN除去量あたり年間経費を使用する。その際、汚水処理方式によってはTN等の除去率が高い方式もあることから、除去率を適切な値に修正して年間経費を算定する。

表6.1 下水道の処理能力(kg/人・年)及び有機物等除去量あたり年間経費(円/kg・年)

	発生原単位 (g/人・日) ①	除去率 (%) ②	除去量 (kg/人・年) ③ (①×②×365)	処理人口あたり 年間経費 (円/人・年) ④	除去量あたり 年間経費 (円/kg・年) ⑤=④/③
COD	31	79	8.939	42,322	4,735
TN	12	39	1.708	42,322	24,779
TP	1.43	61	0.3184	42,322	132,921

出所：①、② 漁業の公益的機能の解明に関する調査報告書（平成8年、社団法人全国沿岸漁業振興開発協会）

④水産庁防災漁村課調査データから算定

※下水処理方法によりTN、TP等の除去率は異なる。OD法ではTN除去率70%のデータ有。

なお、平成28年以降を基準年としてこの値を使用する場合は、簡便な手法としてGDPデフレーターを用いてその年の実質価格に変換して使用することができる。

（算定例）

令和5年にCODの除去量あたり年間経費(4,735円/kg・年)を用いる場合

GDPデフレーター

$$\text{CODの除去量あたり年間経費} = 4,735 \text{円/kg・年} \times (\text{R5/H27})$$

② 干潟の増加による有機物処理量(CODkg/年)

事業実施海域の環境条件との類似性や調査データの有無に応じ、次の5つの算定方法から適切なものを選択するものとするが、判断が困難な場合は、3)のアサリの増加生産量とアサリの体内に含まれる窒素・リン・CODから算定する方法を用いる。

1) アサリの増加生息量と濾水による有機物処理機能から算定する方法

アサリ等の濾過食性生物は、懸濁物を含む海水を濾水し、有機物は体内生産として消費される他、糞、尿等として排出される。排出された尿は海中に戻され、糞はバクテリア等の微生物によって処理される。そのため、事業によるアサリの増加生息量と濾水による有機物処理量から算定する方法が考えられ、次の式で算定する。

アサリの増加生息量によるCOD処理量(kg/年)

=事業による増加生息量(個/年)×アサリ1個当たり濾水量(m³/個・年)

×干潟海水のCOD(kg/m³)×処理率(アサリの濾水によって処理されるCOD率)

・事業による増加生息量(個/年)

事業計画における増加生産量、漁獲率、播種量等から平均的な生息量を推計する。または、事業後の類似漁場の生息量調査等から推計する。

・アサリ1個当たり濾水量(m³/年)=1リットル/個・h×24時間×365日=8.76m³/年として良い。(参考)アサリの濾水量=殻長2.0～5.0cmで0.2～2.4リットル/個・h(千葉・大島)

殻長2.9～4.0cmで0.66～1.47リットル/個・h(秋山)

・干潟海水のCOD(kg/m³)は、実態調査、周辺類似漁場の観測値で把握する。

- ・処理率（アサリの濾水によって処理されるCOD率）

○排出される糞はバクテリア等で分解され、糞・尿は循環的に処理される ⇒ 処理率1

○増肉分だけを処理量とする。⇒ 処理率0.14

一色干潟におけるマクロベントス(アサリ等)の懸濁物の取り込み量と排出量より、

取り込み量 $36.68\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{日}$ ⇒ 内部生産 20g うち、増肉 $5\text{g}=13.63\%(14\%)$

糞・擬糞 15.14g

2) アサリの増加漁獲量と濾水による有機物処理機能から算定する方法

算定方法は、1)と同じ。事業による増加生息量を増加漁獲量（取り上げ分のみ）に置き換えて算定する。

3) アサリの増加漁獲量とアサリの体内に含まれる窒素・リン、CODから算定する方法

アサリの体内に含まれる窒素、リン量からCODを換算し、漁獲量分のCOD量を除去量とする。

アサリの増加漁獲量によるCOD処理量 (kg/年)

=事業による増加漁獲量 (トン/年)

×漁獲量あたりCOD除去量 (体内含有量、CODkg/漁獲量トン)

- ・漁獲量あたりCOD除去量 (CODkg/漁獲量トン)

アサリのむき身乾重量に含まれるN・P含有率 $N=7.34\%$ 、 $P=0.81\%$

- ・アサリ漁獲量あたりむき身乾重量

=殻付重量 $A \times$ むき身重量比 $0.3 \times (1 - \text{むき身重量に占める水分含有率} 0.758) = 0.0726A$

- ・アサリ漁獲量あたりN、P、COD除去量 (体内含有量)

$N = 0.0726 \times 0.0734 = 5.329$ (kg/漁獲量トン)

$P = 0.0726 \times 0.0081 = 0.588$ (kg/漁獲量トン)

$COD = N \times 5.5 = 29.309$ (kg/漁獲量トン)

4) バクテリアの有機物分解量から算定する方法

懸濁物食性動物、堆積性食性動物の糞や難分解性の有機物は、底質や水中(主に底質中)のバクテリアによって分解され無機化するとともに（いわゆる干潟の2次処理機能）、ベントス等の餌料として摂餌され食物連鎖によって除去される。そのため、造成される干潟中のバクテリアの有機物分解量からCOD処理量を算定する。

干潟中のバクテリアによるCOD処理量 (kg/年)

=造成干潟面積 (ha) ×干潟面積あたりCOD処理量 (kg/ha・年)

- ・干潟面積あたりCOD処理量(kg/ha・年)は、 $5,475\text{kg}/\text{ha} \cdot \text{年}$ としてよい。

中村充（平成6年度日本水産工学会論文「海底生物の浄化の能力の定量化に関する研究」）

- ・バクテリアの酸素消費量 $=1,440\text{kg}/\text{日}$ ・海底面積 1km^2 （海底に $\text{DO}5\text{ppm}$ 海水を供給できる干潟）で、下水道処理のCOD処理量 $1,500\text{kg}/\text{日}$ に相当する。

5) 干潟の濾過機能、移動間隙水量から算定する方法

（坂本市太郎「河口沿岸域の生態学とエコロジー第3章生態系の構造と機能」）

砂浜では、潮汐により海水と大気が1日2回交互に出入りする。上潮時に砂中に海水が進入する際には、海水中に懸濁物する粒状有機物は、砂層の浅い部分で濾過補足され好氣的分解を受け、海

水中に溶存する有機物も砂粒子に付着する細菌群により好氣的分解を受けて無機化する。

海水の流入入によるCODの除去率は、流入水と流出水の平均濃度の差、除去量は、流入水と流出水の平均濃度の差×1 潮汐に流入（流出）する水量で表される。

干潟の濾過機能からみたCOD処理量（kg/年）

＝干潟に流入する海水のCOD量（kg/m³）×COD除去率×移動間隙水量（m³/年）

移動間隙水量＝干潟延長×断面積×砂の粒径等による間隙率

・干潟に流入する海水のCOD量(kg/m³)

実測又は周辺類似干潟の観測値により、月別に把握する。

・COD除去率

流入海水のCOD量は水温によって異なるため、月別に右図から把握する。

・移動間隙水量(m³/1 潮汐)

○事業によって造成する干潟延長（m）×断面積（潮間圏面積m²）×間隙率で算定する。

○間隙率は干潟の砂の粒径と配列によるもので0.4（0.3～0.5）とする。

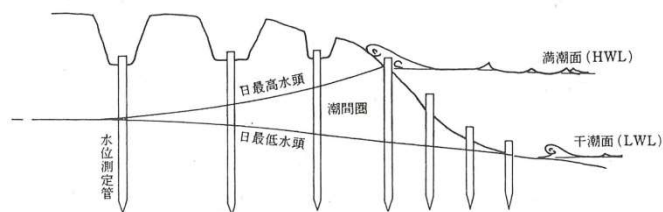


図 6.3 潮汐によって海水が入り出る砂浜の潮間圏

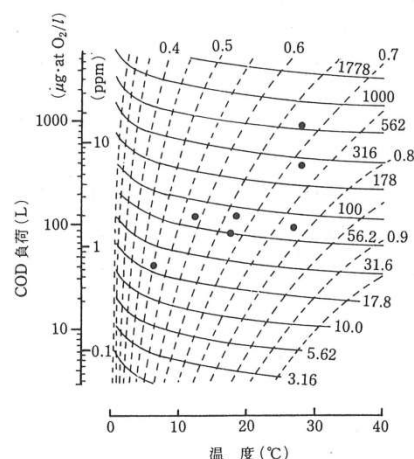


図 6.2 砂浜のCOD除去機能に関するCOD負荷(L)-温度ダイアグラム

COD除去量(Re, μg-at O₂/l)は実線、COD除去率(Re/L)は破線で示した。黒丸は実測値

③ 藻場の増加による窒素処理量(Nkg/年)

海藻類は、海水中の窒素やリンを栄養分として生長し、水質等の悪化を防止している。

吸収された栄養塩類は、漁獲により水域から除去される他、脱落・枯死した海藻類の沖合海域等への流出や生物の摂餌（食物連鎖）等により除去される。よって、海藻類に含まれる窒素含有量を処理量と考えて算定する。

藻場の増加による窒素処理量（kg/年）

＝事業による増加生産量（乾重量トン/年）×窒素含有率（Nkg/乾重量トン）

・事業による増加生産量（乾重量トン/年）

増加生産量＝事業により増加する年間最大現存量（乾重量トン）×年間生産量/最大現存量比率で算定する。特別の理由がない限り、1年生海藻では2倍、多年生海藻では1.2倍としてよい。

（参考：年間生産量/最大現存量比率の事例）

※ 1 増殖場造成指針による比率事例

○1年生コンブ(北海道井寒台)3.5

○多年性アラメ(松島湾)1.0～1.3

○同ヤツマタモク(能登)1.4

○同ノコギリモク(能登)1.2

※ 2 能取湖調査資料

○1年生アマモ2.25（純生産量1,233乾重量g/m²÷最大現存量549乾重量g/m²）

- 1年生スゲアマモ3.04（純生産量1,486乾重量g/m²÷最大現存量488乾重量g/m²）
- ・アマモ場の年間生産量（調査事例－5事例平均1,002乾重量g/m²）
- 小和田湾669乾重量g/m²～フランス事例1,608乾重量g/m²

表 6.2 乾重量に対する窒素含有率

	N	C	P	備考(資料等)
アマモ	3.0%	40 %	0.3 %	愛知県一色干潟調査
マコンブ	1.3%	20 %	0.2 %	五訂食品成分表 N=蛋白質/6.25換算
生ワカメ	0.3%	3.3%	0.36%	
乾燥ワカメ(素干)	2.4%	31 %	0.4 %	

※浚渫による水質浄化についても有機物処理量に相当する下水道費用は上記と同様。

④ 魚礁等の構造物の設置に伴う生物資源の増加による水質浄化効果

魚礁等の構造物の設置に由来して増加する生物資源（海藻草類、葉上動物、付着生物、底生生物）の現存量が、生体内に物質を長期固定し水質浄化に寄与する効果として、下水処理費用で代替して貨幣化する。

生物現存量は、平衡状態で一定水準に落ち着くことから、本効果の便益額は計測期間中1回のみ計上する。

現地調査等で計測した現存量データを用いて、以下の式より算定する。

$$\text{年間便益額 (B)} = \text{一次消費者平均現存量} \times \text{TN含有率} \times \text{単位TN除去費用}$$

表 6.3 増殖場施設に由来する生物の年間平均現存量(調査結果の例)

	原単位(kg/m ²)			生息面積 (m ²)	年間平均現存量(kg)		
	全量	選好性餌料	未利用資源		全量	選好性餌料	未利用資源
付着生物	10.31	0.14	10.17	13,076	134,814	1,831	132,983
底生生物	0.047	0.020	0.027	46,444	557	929	1,254
一次消費者 合計	10.357	0.16	10.197	59,520	135,371	2,760	134,237

(算定例)

一次消費者年間平均現存量：135,371 kg

P/B比：回転率＝年間生産量／年平均現存量。

既往文献 41 事例の調査結果から 3 を使用。

TN含有率：「日本食品標準成分表 2015」のたんぱく質含有量をタンパク質窒素換算係数 6.25 で除して算出。

餌料生物等たんぱく質含有率：0.15（おきあみ類）

たんぱく質窒素換算係数：6.25

単位TN除去費用：漁業集落排水施設 153 事例から算出した処理人口あたりの年間経費に基づき、物質除去量当たり年間下水道経費を算定（＝24,573 円/kg・年）

$$\text{年間便益額 (B)} = 135,371\text{kg} \times 0.15/6.25 \times 24,573 \text{ 円/kg} \cdot \text{年} = 79,835 \text{ 千円/年}$$

7. 藻場の二酸化炭素固定効果

① 基本的な考え方と算定方法

藻場の種類別の二酸化炭素固定機構に基づいて、海藻・海草類が長期的に固定する以下の要素の炭素量を便益額算定対象とする。

- 1) 炭素循環の過程で常時生物体に固定・貯留される炭素量（最小現存量）
- 2) 堆積物（アマモ地下茎等の枯死部分等※）として海底に固定される炭素量（堆積）

※アマモ等の地下茎部分は、地上部の枯死後も多年にわたり生育し、さらに、枯死後も底泥中に堆積し、分解されにくい。

また、葉体の難分解部分も、枯死後、底泥中に堆積する。このような堆積分は長期的に炭素を固定すると評価しうる。

- 3) 対象海域の沖側深所へ移送・固定される炭素量（海洋中深層への流出）
- 4) 海藻・海草類が分泌する難分解性の分泌物に含まれる炭素量（分泌物）

これらの各要素の炭素量について、以下の算定式で算出し、その総和をもって二酸化炭素固定効果の年間便益額とする。算定に係る諸元については、下表に整理する値を使用する。ただし、現時点で便益算定方法について検討の余地が残る項目 3)、項目 4) の 2 項目に関しては便益算定対象とせず、算定方法が確立された時点で、算定対象とする。

1) 最小現存量による固定炭素量(K1)

一般に藻場は季節的・経年的に消長が見られることから、常時生物体に固定・貯留される炭素量を計測する指標としては、もっとも当該藻場の勢力が弱まる時期の最小現存量を対象として計測する。

$$K1 = \text{最小現存量} \times \text{炭素含有率}$$

※最小現存量による炭素固定効果は、藻場造成後、初年度のみ計上できる効果である。

※最小現存量は、現地調査によって得る。なお、海藻種によって、1年生、多年生があることから、いずれの種を対象とする場合でも、形成されてから数年が経過し、安定して形成される藻場を調査対象とする。また、評価対象の藻場が、コンブ等の漁獲対象となる種で形成される場合、漁期終了後の藻場を調査対象とする。

※事前評価の場合、事業実施地区近隣もしくは類似した海域環境条件下で形成されている藻場を調査対象として最小現存量を得てよい。なお、事業実施地区やその周辺、または類似した海域条件下において安定して形成されている藻場を対象に調査され、事前評価に必要なデータ（具体的には、評価を行う時点から直近5ヵ年程度の間に調査して得られた最小現存量）が蓄積されている場合には、それを使用してよい。

2) 堆積による固定炭素量(K2)

アマモ場を対象として便益を算定する場合のみ対象とする項目である。「堆積」は、枯死した地下茎部分等を示すものとし、葉体部・地下部を含め生きている部分は最小現存量に含むものとする。平均現存量は、当該藻場の消長を加味するため、年間数回の調査（例：四季調査）を実施して現存量を計測し、その平均をとる。

$$K2 = \text{年間の平均現存量 (kg/m}^2\text{)} \times \text{P/B比} \times \text{造成藻場面積} \times \text{炭素含有率} \\ \times \text{純生産に対する枯死後の堆積量の割合}$$

※現存量は、年間複数回の現地調査によって得る。現地調査の留意点としては、最小現存量の調査と同様である。

表 7.1 藻場の炭素固定便益評価に係る計算諸元(暫定)

項 目		アマモ場	ガラモ場	アラメ・カジメ場	コンブ場	備 考
① 炭素含有率	数値 根拠	0.345 c	0.367 c	0.335 c	0.300 c	
② 純生産に対する枯死後の堆積量の割合	数値 根拠	0.16 a	—	—	—	

文献:

- a Calros M. Duarte and J. Cebrian (1996) : The fate of marine autotrophic production. Limnology & Oceanography, 41(8), 1758-1766
 c 村岡大祐 (2003) : 三陸沿岸の藻場における炭素吸収量把握の試み. 東北水研ニュース65.

注: 上記計算諸元は現段階において暫定的な扱いとする。

3) 海洋中深層への流出藻体による固定炭素量(K3)

現時点においては、海洋中深層への流出藻体による固定効果の算定方法が確立されていないことから、算定範囲としない。今後、海藻流出量の定量的な把握等の調査研究を進め、算定手法の確立を目指す必要がある。

4) 分泌物(難分解物質)中の固定炭素量(K4)

下記算定式で算出するものとするが、現時点においては計算に使用する諸元数値の精度等の面で検討の余地があることから、算定範囲としない。今後、数値の精度向上に向けた調査研究を進める必要がある。

$$K4 = \text{生産量} \times \text{総生産量に対する有機物分泌率} \times \text{分泌有機物に対する難分解物率}$$

5) 便益の算定例

アマモ場を計測対象とした場合の便益算定例を以下に示す。年間便益額は、最小現存量による炭素固定量 (K1) と堆積による炭素固定量 (K2) の和である。事前評価の場合、便益は、事業実施年の翌年から発現するものと考え、K1 については初年度のみ計上する。2 年度目以降、K2 分が積み重なっていくものとする。なお、アマモ場以外は初年度のみ最小現存量による炭素固定量 (K1) が計上されることになる。

便益の発現期間は、造成する藻場の施設構造等に応じて設定する物理的な耐用年数の期間とし、施設整備後は機能維持 (安定的な藻場の形成) が図られるよう順応的な管理を行うことを前提とする。

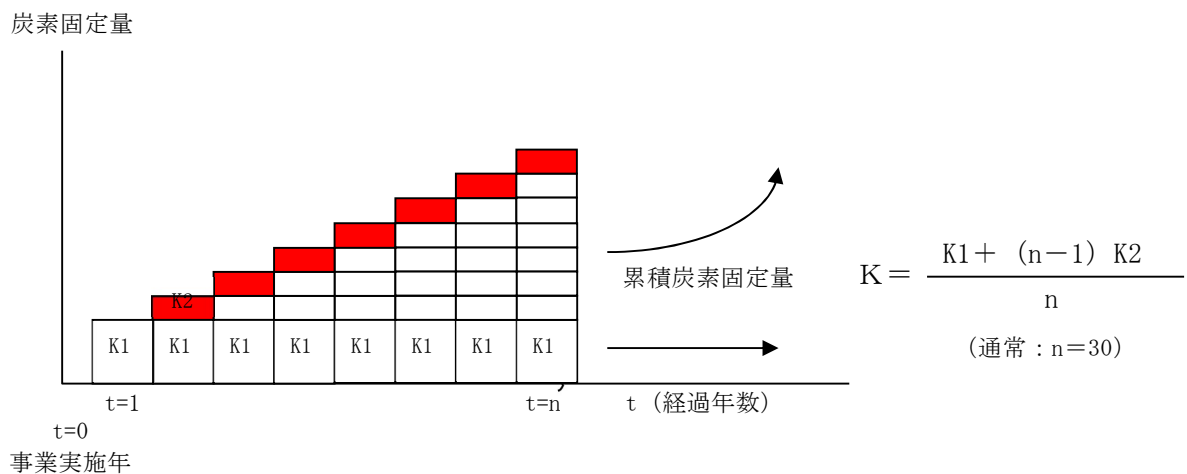


図 7.1 アマモ場を計測対象とした場合の便益算定例

② 貨幣化の原単位(P)

CO₂の貨幣価値原単位の計測方法としては、「①被害費用に基づく方法」、「②対策費用に基づく方法」、「③排出権取引価格を用いる方法」等がある。以下に示すとおり、各方法とも、一長一短があるが、②では政策的に決定される削減目標や技術革新等の影響を受けやすいこと、③については取引市場がまだ十分に成熟していないことから、原則として「①被害費用に基づく方法」により計測した原単位を用いる。

1) 被害費用に基づく貨幣価値原単位

環境質の悪化による被害を、実際の被害額や、支払い意思額によって把握する方法である。例えば、CO₂の増加による気候変動に伴うエネルギー需要量への影響（冷房への電力需要の増大等）や農作物等への影響等から被害額を算定する。「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」（平成 20 年 6 月、国土交通省）において、諸外国における設定状況、既往研究の状況等を踏まえ、当面、わが国の公共事業に事業評価に適用する CO₂の貨幣価値原単位は「10,600 円/t-C」（2006 年価格）と設定されている。

なお、本原単位を使用するにあたっては、将来的な温暖化の被害を正確に予測することは困難であることから感度分析を行うことが望ましい。また、本原単位については研究が継続的に実施されていることから状況に応じて値を見直すことが必要である。特に水産基盤整備事業の評価においては、藻場等が、漁業生産や資源の再生産の場として利用されていること、沿岸域の環境や生態系保全に重要な役割を果たしていること等を踏まえ、水産基盤整備事業の特性を十分に考慮して算定した被害額に基づいて原単位を設定する必要がある。よって、今後も、より適切な原単位を設定するよう調査研究を継続することが重要である。

2) 対策費用に基づく方法(二酸化炭素排出量削減費用による代替:参考)

企業等が二酸化炭素排出削減にかかる費用によって代替する方法である。単位削減量あたりの費用には、削減方法で差がある。「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価に関する調査研究報告書（(株)三菱総合研究所、平成 13 年 11 月）」によると、森林の二酸化炭素吸収機能を評価する際には、化学的湿式吸着法により火力発電所から発生する CO₂を回収し、排出を削減する費用で代替されている。以下にその費用を示す。

$$P = 12,704 \text{ 円/t-CO}_2 = 46,581 \text{ 円/t-C}$$

政策的に決定される削減目標による規制圧力や対策技術の革新等、代替財となる対策費用の水準が外部環境の変化に影響を受けやすいことから、公共事業の評価に適用することの妥当性について懸念が残る。

3) 排出権取引価格を用いる方法(参考)

排出権枠は政府等の規制で削減目標として企業に割り当てられる。省エネ活動や新技術の開発といった企業努力で枠を下回る排出量を実現できた場合は、余った枠をほかの企業に売ることができる。

わが国でも平成 19 年度から環境省で「自主参加型国内排出量取引制度」が開始される。平成 20 年度以降、制度が運用されて具体的な市場価格が形成されることから、貨幣化の原単位として使用可能である。

ただし、先行する EU 等でも排出権取引市場はまだ十分に成熟していないとの評価が下されている段階であり、そうした市場での価格水準が公共事業の評価に適用することの妥当性について懸念が残る。

8. 人的損失額の考え方と貨幣化原単位

① 漁村地域における人的損失とその軽減効果

漁村地域は、交通体系依存型の都市部や水利体系依存型の農村部と異なり、漁場条件や漁船の利用条件に左右される立地特性を有している。多くの場合、急峻で山がちな地形に高密度な家屋の連担が見られ、自然災害や火災時の類延焼等で被害が大きくなる危険性が高い。

特に、地震に伴う津波の被害は、被害発生予測が出来ず、発生した場合には迅速に避難しなければ、人命被害を始めとした甚大な被害が発生する。避難経路として利用できる漁業集落道や避難場所として利用できる緑地広場等の整備により、緊急災害時の避難経路や避難場所が確保され、人的損失が軽減される。また、被災時の迅速かつ効果的な対策を講じることや被災後の復旧活動等にも大きな効果を発揮することが期待される。

② 人的損失額の考え方

便益計測に人的損失額を用いる場合は、「逸失利益」、「医療費」、「精神的損害」を基本構成要素として人的損失額を算定する。このうち、「医療費」は、災害・事故等による傷害の程度で大きく異なるが、災害・事故の規模やそれに伴う傷害の程度を事前に予測することは困難である。よって、過去の類似事故・災害事例等の実績データから平均的な「医療費」を設定することが可能な場合に算定対象とする。

よって、人的損失額の算定対象は、原則として「逸失利益」と「精神的損害」とする。

③ 逸失利益

「逸失利益」とは、被害にあっていなければ得られたと考えられる将来の利益を示す。

「逸失利益」は、被害者の収入に基づき算定されるため、収入の違いを適切に反映する必要があるが、現実的には、被害者を特定できないことが多い。そのため、事業実施により影響を受ける地域レベルの平均的な収入データの適用が望ましい。

「逸失利益」の算定方法としては、ライブニッツ方式を用いる。ただし、被害者の属性を考慮した逸失利益が、保険・裁判等により算定されている場合は、これを用いてもよい。

<「逸失利益」算出の考え方（死亡時）>

①（年間収入－生活費）×死亡後の労働可能年数＝総収入額

②純収入の総額を一時に請求する場合（一時金方式）、将来発生すべき収入を現在入手しようとするため、その間の利息（いわゆる、中間利息（年3%；民法404条））を控除する。この中間利息控除の算定方式として、ライブニッツ方式（複利計算）を適用する。

■ライブニッツ方式

$$X = a \times \{ 1 - (1 + r)^{-n} \} / r$$

ここで、X：逸失利益（現在価値化）

a：各期間ごとに発生する収入額（均等）

n：労働可能期間満了時（n年後）

r：年利率（法定利率3%）

③ 精神的損害額

「精神的損害額」は被災に伴う死傷者の家族等の悲しみや傷害者本人の苦痛等を示す。「精神的損害」は、「支払意思額による生命の価値」をもとに設定することを基本とする。

支払意思額による生命の価値は、一般的に、仮想的市場評価法（CVM）を用いて、自分自身の死亡事故に遭遇する確率を低減させることに対する支払意思額をアンケート調査で回答してもらうことにより計測される。

イギリス、アメリカ、ニュージーランド、スウェーデン等では、交通事故による人的損失額をCVMにより計測しており、イギリスやアメリカ等では、費用便益分析のガイドラインに反映している。また、国内では推定結果にややばらつきがあるものの、研究実績・成果が蓄積されつつある。2007年には、「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書」（内閣府）が取りまとめられ、精神的損害額が226 百万円／人（死亡）とされた。これは、以下に示すようなCVMにより計測されたものである。

＜CVMのアンケート調査＞

自らの死亡リスクのみを6/10 万から3/10 万に削減できる安全グッズ（有料）※を仮想し、安全グッズを使用するか否かを質問した。アンケート調査より、死亡リスク削減に対する支払意思額は6,782 円となったことから、死亡リスク削減への支払意思額を死亡リスク削減分で除し、226 百万円/人と算定した。

※安全グッズ：IC カードのようなもので、所持していれば歩行中・乗車中に関わらず、事故になる直前に車のブレーキが自動的にかかるもの。

なお、自然災害や海難事故といった交通事故以外による人的損失については、突然、死に直面する点で、交通事故の精神的損害額計測の考え方と共通していることが確認されている。したがって、水産基盤整備事業で算定対象としている津波被害による人的損失についても、この値を適用することによる大きな問題はないと考えられる。

以上から、これまでの国内の研究実績・成果の蓄積状況、海外での設定状況を踏まえ、水産基盤整備事業における人的損失額軽減効果を算定するにあたっての精神的損害額の貨幣化原単位として226百万円／人（死亡）を適用する。

なお、支払意思額による生命の価値については、死亡リスクと支払意思額の関係、交通事故以外の分野への適用等の計測事例の蓄積や研究がさらに進められつつあることから、今後、交通事故以外による精神的損害への適用も含め、必要に応じて、上記の値を見直すものとする。

9. 物価変動の影響除去

各年次の費用・便益について、評価を実施する時点の実質価格に変換する場合、適切なデフレーターを使用する必要があるが、便益についてはGDPデフレーター（内閣府経済社会総合研究所）、建設に関する費用については漁港デフレーター（水産庁）を参照することができる。

・ GDPデフレーター

GDPデフレーターは、国内総生産(GDP)の物価変動の影響を取り除く（基準年の価格体系に評価し直す）際に用いられる指数である。名目GDPを実質GDPで割ることによって結果的に算出される。

・ 漁港デフレーター

漁港デフレーターは、標準的な漁港の整備に必要な資材費、回航費、労務費等に関する構成比率を算出し、基準年の各費目の単価を各年次の各費目の単価で除した変化率に、各費目の構成比率を乗じて算出される。

表 9.1 各年のGDPデフレーター及び漁港デフレーター

西暦(年度)	和暦(年度)	GDPデフレーター	漁港デフレーター
1995	7	113.7	1.296
1996	8	113.2	1.290
1997	9	114.2	1.328
1998	10	113.6	1.326
1999	11	112.0	1.340
2000	12	110.7	1.376
2001	13	109.4	1.447
2002	14	107.6	1.451
2003	15	106.1	1.481
2004	16	105.0	1.483
2005	17	103.7	1.482
2006	18	103.0	1.453
2007	19	102.1	1.466
2008	20	101.6	1.463
2009	21	100.3	1.373
2010	22	98.6	1.320
2011	23	97.2	1.369
2012	24	96.4	1.321
2013	25	96.4	1.326
2014	26	98.7	1.268
2015	27	100.2	1.247
2016	28	100.3	1.247
2017	29	100.5	1.214
2018	30	100.4	1.176
2019	令和元	101.2	1.144
2020	2	101.9	1.127
2021	3	101.8	1.087
2022	4	102.5	1.000

出典：GDPデフレーター：内閣府経済社会総合研究所

漁港デフレーター：水産庁調べ

(注) 令和4年GDPデフレーターは、1次速報値。

(参考)

例えば、便益計測に用いる原単位が平成20年価格で推計したものであり10万円である場合で、令和4年価格の原単位を作成する場合、平成20年及び令和4年のGDPデフレーターを用いて以下のように計算する。

$$100,000 \text{ (円)} \times (102.5 / 101.6) = 100,890 \text{ (円)}$$

また、平成20年に100,000千円の工事等を行った場合で、令和4年の実質価格に変換する場合、令和4年を基準とする平成20年の漁港デフレーターを用いて以下のように計算する。

$$100,000 \text{ (千円)} \times (1.463 / 1.000) = 146,300 \text{ (千円)}$$

10. 輸出促進効果の考え方

水産物の輸出が促進される理由は様々であり、以下に例示するように、効果の範囲や考え方等は輸出の特性によって異なる。

輸出促進効果の年間便益額算出にあたっては、当該漁港の輸出の特性を十分に把握したうえで、適切に算出する必要がある。

① まき網船等で大量に水揚げした水産物を冷凍コンテナ等により輸出する場合

市場の集約等により、取扱量が増大し、輸出コストの負担を相対的に下げることによって、輸出が可能となる場合。海外の市場は、国内の余剰供給量を吸収する市場として機能する例が多く、この場合、対象魚の価格を向上させる効果がある。

② 高度衛生管理型市場等で取り扱った水産物を小ロットで輸出する場合

品質・衛生管理の取り組みにより、鮮度保持時間が延び、鮮魚や活魚といった付加価値の付く形態で輸出が可能となる場合。衛生管理面の強化による効果との重複計上を避けるよう注意する必要がある。

③ EU、米国の衛生管理規制に対応した漁場、市場、加工場等で取り扱った水産物を輸出する場合

輸出先国の規制に対応した取り扱いを行うことで、輸出が可能となる場合。同じ魚種でも、規制対応により付加価値の高い水産物として輸出される場合がありえるので、輸出されないものと区別して整理する必要がある。

11. 災害発生確率の設定

災害発生確率の算定式を以下のとおり設定する。整備前後の設計震度に対応した地震動の再現期間 X_1 , X_2 に適切な値を代入することで、災害発生確率を設定する。

$\text{災害発生確率 } Y(t) = \underbrace{\left(\frac{1}{X_1} - \frac{1}{X_2}\right)}_{\substack{t \text{ 年目に} \\ X_1 \text{ 以上 } X_2 \text{ 以下} \\ \text{地震動発生}}} \underbrace{\left(1 - \frac{1}{X_1}\right)}_{\substack{t-1 \text{ 年間に} \\ X_1 \text{ 地震動以上} \\ \text{なし}}} t^{-1}$	$Y(t)$: t 年目に災害が発生する確率 X_1 : 改良前の設計震度に対応した地震動の再現期間 X_2 : 改良後の設計震度に対応した地震動の再現期間
--	---

＜災害発生確率の設定事例＞

レベル 1 地震動に対応した岸壁からレベル 2 地震動に対応した耐震強化岸壁に改良する場合の災害発生確率の算定式を示す。

X_1 : レベル 1 地震動 → 再現期間 75 年の地震動

X_2 : レベル 2 地震動 → 再現期間 数百年の地震動

$$\text{災害発生確率 } Y(t) = \left(\frac{1}{75} - \frac{1}{X_2}\right) \left(1 - \frac{1}{75}\right)^{t-1}$$

※ ここで X_2 は数百年であり、地域によって異なると考えられるが、便宜的に 500 年と想定することも可能である。また、地域の実情に応じ、耐震性能を強化する必要性が認められた主要な施設については、グーテンベルグ・リヒター則を用いた数値的解析や気象庁データベースを用いることにより X_2 を設定することができる。

なお、レベル 1 地震動に耐震性能を強化した場合のグーテンベルグ・リヒター則による算定は、水産庁 HP 掲載「水産基盤整備事業費用対効果分析に関する事例集(案)－事例番号④-〈15〉」に考え方を示している。

12. 関連事業(施設)の取扱い

分析対象となる当該事業が関連事業と一体となって実施され、効果を発揮する場合には、①発現する効果を分離して計測することを基本とするが、②発現する効果を分離して計測できない場合には、関連事業を含む事業全体で効果を計測し、適切に按分する。以下にそれぞれの考え方を示す。

① 発現する効果を分離して計測できる場合

当該事業及び関連事業で整備された各施設の効果を範囲が明確な場合は、分離して計測を行うことを基本とする。

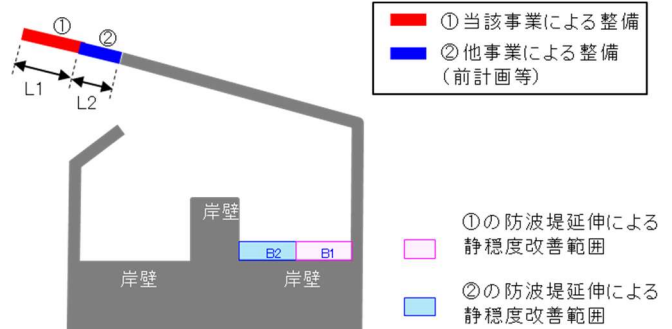
(算定例)

当該事業：①

他事業：②

当該事業の効果：B1 ⇒ 年間便益額

他事業の効果：B2



② 発現する効果を分離して計測できない場合

当該事業及び関連事業で整備された各施設の効果を範囲が明確ではなく、一体となって効果を発揮する場合には、関連事業を含む事業全体で便益額を計測し、この便益額を適切に按分する。

(算定例)

当該事業：①、他事業：②

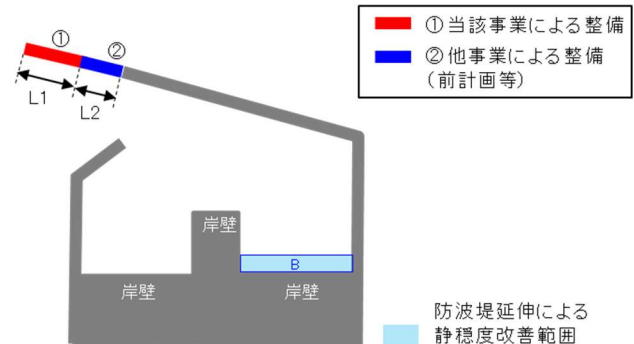
一体となって発現する効果：B

ア 延長(L)による按分

$$\text{年間便益額} = B \times L1 / (L1 + L2)$$

イ 事業費(C)による按分

$$\text{年間便益額} = B \times C1 / (C1 + C2)$$



注) 延長按分と事業費按分の際の使い分けについて

- ・ 按分は対象施設の発現効果への寄与度（静穏度向上では基本的には延長に依存）を基本とするが、施設が複合して効果が発現するような場合は、事業費での按分も可とする。

13. 補修に関する事業における便益の考え方

施設の補修に関しては、機能保全対策として機能保全計画に基づき実施する場合（水産物供給基盤機能保全事業等）は、費用対効果分析の対象外となっている。一方、施設の改良など費用対効果分析を実施する事業と合わせて行う補修など、便益算定が必要な場合に関し、以下に、その便益算定の考え方を示す。

＜便益算定の考え方＞

（防波堤が老朽化し、補修せずに機能を失った場合は静穏度の悪化により、漁船係留ができなくなり、近隣漁港を利用する必要が生じる場合を想定）

- ・整備（補修）を実施しない場合（without）は、老朽化が進行し、施設の機能が消失する。これに伴い、移動経費の増加等の追加経費が発生する。
- ・老朽化対策を実施することで（with）、追加経費の発生を回避することができることから、これを便益として計上することができる。

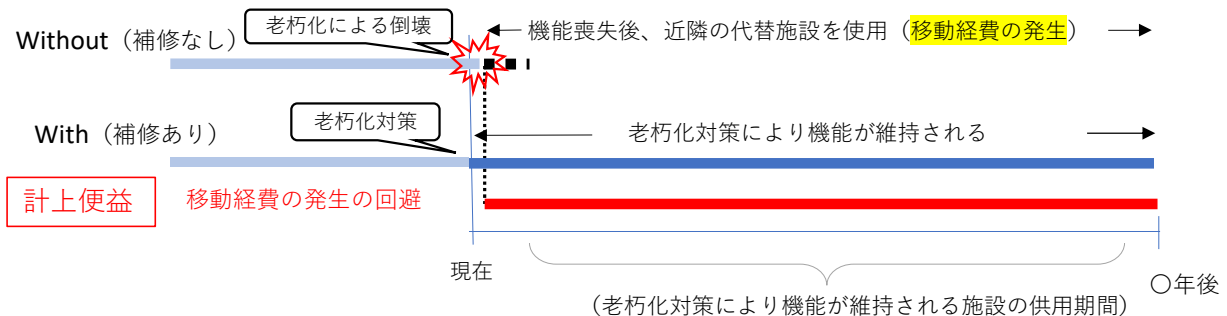


図13.1 便益発現のイメージ

＜便益算定の留意点＞

- ・便益発生年は、耐用年数を経過した施設であることを前提（老朽化が進行しておりいつ倒壊してもおかしくない施設）に、老朽化対策が完了した翌年から便益が発生するものとする。
- ・便益発生期間は、老朽化対策後の新たな耐用年数期間を基本とする。

上記は、「水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン（水産庁漁港漁場整備部、令和2年5月改訂）」において、次のように記載されており、これに沿った考え方である。

（ガイドライン P.10）

補修に関する事業における便益は、…現状の漁港機能が維持されない場合（without）に想定される便益の減少が、漁港機能が維持される場合（with）には回避される（すなわち、現状の便益が維持される）ものとして計測する。

14. 漁港と密接な関係のある産業への経済波及効果の考え方

水産業が基幹産業となる地域では、大規模災害の発生時において、漁業活動の継続・早期回復は重要であり、漁港の防災機能強化等の効果（出漁可能日数の増加等）の影響は、当該漁港と密接な関係のある水産加工業・流通業にも大きな影響を与える可能性がある。

防災機能等を強化する事業の便益として、a) 漁獲機会の増大効果及びb) 漁業損失回避効果を計上する場合、当該漁港と密接な関係のある水産加工業・流通業への経済波及効果の考え方を示す。

◆当該漁港と密接な関係のある水産加工業・流通業

a) 漁獲機会の増大効果において便益対象となる水産加工場・流通業者は、通常時より当該漁港の水産物を取り扱っており、当該漁港における漁獲量の変化の影響を大きく受ける水産加工場・流通業者である。なお、漁獲量の増加に伴い、水産加工場・流通業者が取扱量の増加に対応できることが前提となる。

b) 漁業損失回避効果において便益対象となる水産加工場は、加工原料を当該漁港で取り扱う水産物に依存しており、他漁港の水産物による代替・調整が不可能な水産加工場である。また、便益対象となる流通業者は、流通を当該漁港で取り扱う水産物に依存しており、他漁港の水産物による代替・調整が不可能な流通業者である。

例) 離島や半島に位置する当該漁港の水産物を取り扱う水産加工場・流通業者
(近隣に他漁港が立地しておらず、他漁港の水産物が入手困難)

例) 当該漁港のみが取り扱うブランド魚種を取り扱う水産加工場・流通業者

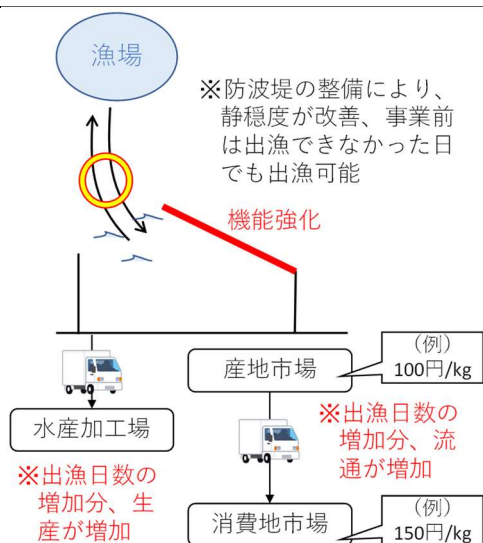
a) 漁獲機会の増大効果の波及効果

【水産加工業】

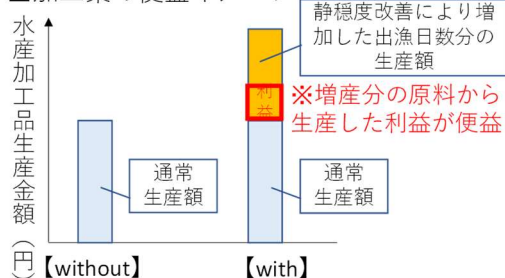
当該漁港と密接な関係のある水産加工業が、漁獲機会の増大により増産した分の原料から生産した利益を便益とする。

【流通業】

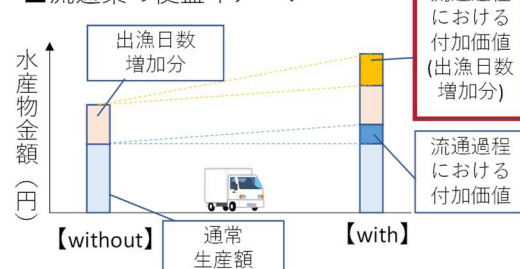
当該漁港と密接な関係のある流通業が、漁獲機会の増大により増加した水産物の流通過程における付加価値を便益とする。



■加工業の便益イメージ



■流通業の便益イメージ



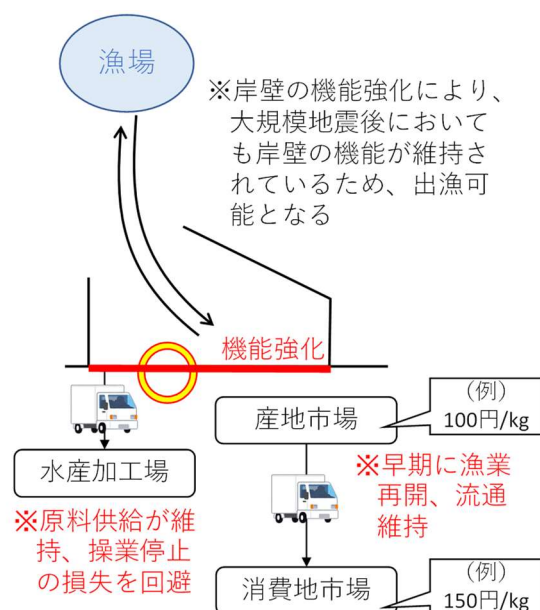
b) 漁業損失回避効果の波及効果

【水産加工業】

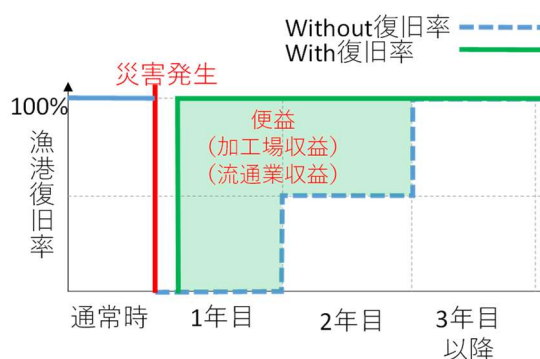
当該漁港と密接な関係のある水産加工業が、早期復旧により確保された原料から生産した利益を便益とする。

【流通業】

当該漁港と密接な関係のある流通業が、早期復旧により確保された水産物の流通過程における付加価値を便益とする。



■漁業損失回避効果の便益イメージ



※復旧期間2年とした場合

※復旧1か月目は事業の有無に関わらず漁業再開できないと想定

※便益算定の際は2年目分に現在価値換算が必要となる

※漁港の復旧に伴い、水産加工場へ原料供給される／水産物流通も再開されると想定

<解説>

a) 漁獲機会の増大効果の波及効果

【水産加工業への波及効果】

ある漁港において、航路静穏度の不足により出漁が制限されている場合^{※1}、外郭施設の整備により出漁日数の増加（漁獲量の増加）が図られる。

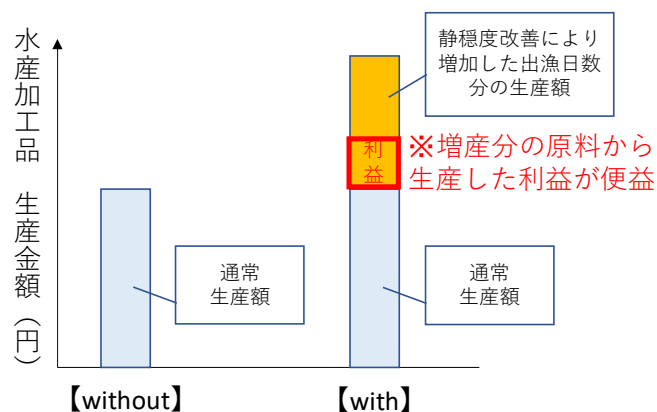
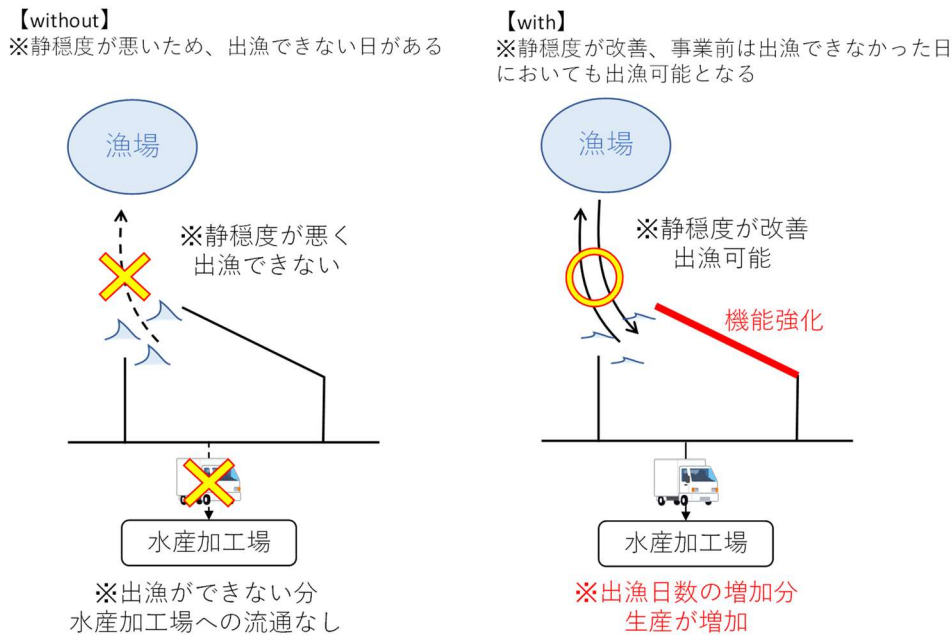
出漁日数の増加（漁獲量の増加）に伴い、当該漁港と密接な関係のある水産加工場への流通量も増加することから、水産加工場の生産量（生産額）の増加が見込まれる^{※2}。

※1 航路静穏度の不足により出漁が制限されている場合とは、漁場を含む港外は静穏であり、航路静穏度以外は出漁可能な条件を満たしている状況である。他漁港においても出漁できない荒天時は対象とはならない。

※2 本便益は、漁獲量の増加に伴い水産加工場への流通量の増加が見込まれ、かつ、水産加工場が取扱量の増加に対応可能である場合に計上することができる。例として、漁場整備により漁獲量が増加する場合においても、本便益は計上可能である。なお、本便益は水産加工原料となる魚種のみが便益対象であり、水産加工原料ではない魚種は便益対象とはならない。

◆便益発生イメージ

※以下は一例であり、その他の状況による便益計上も考えられる。



【流通業への波及効果】

ある漁港において、航路静穏度の不足により出漁が制限されている場合^{※1}、外郭施設の整備により出漁日数の増加（漁獲量の増加）が図られる。

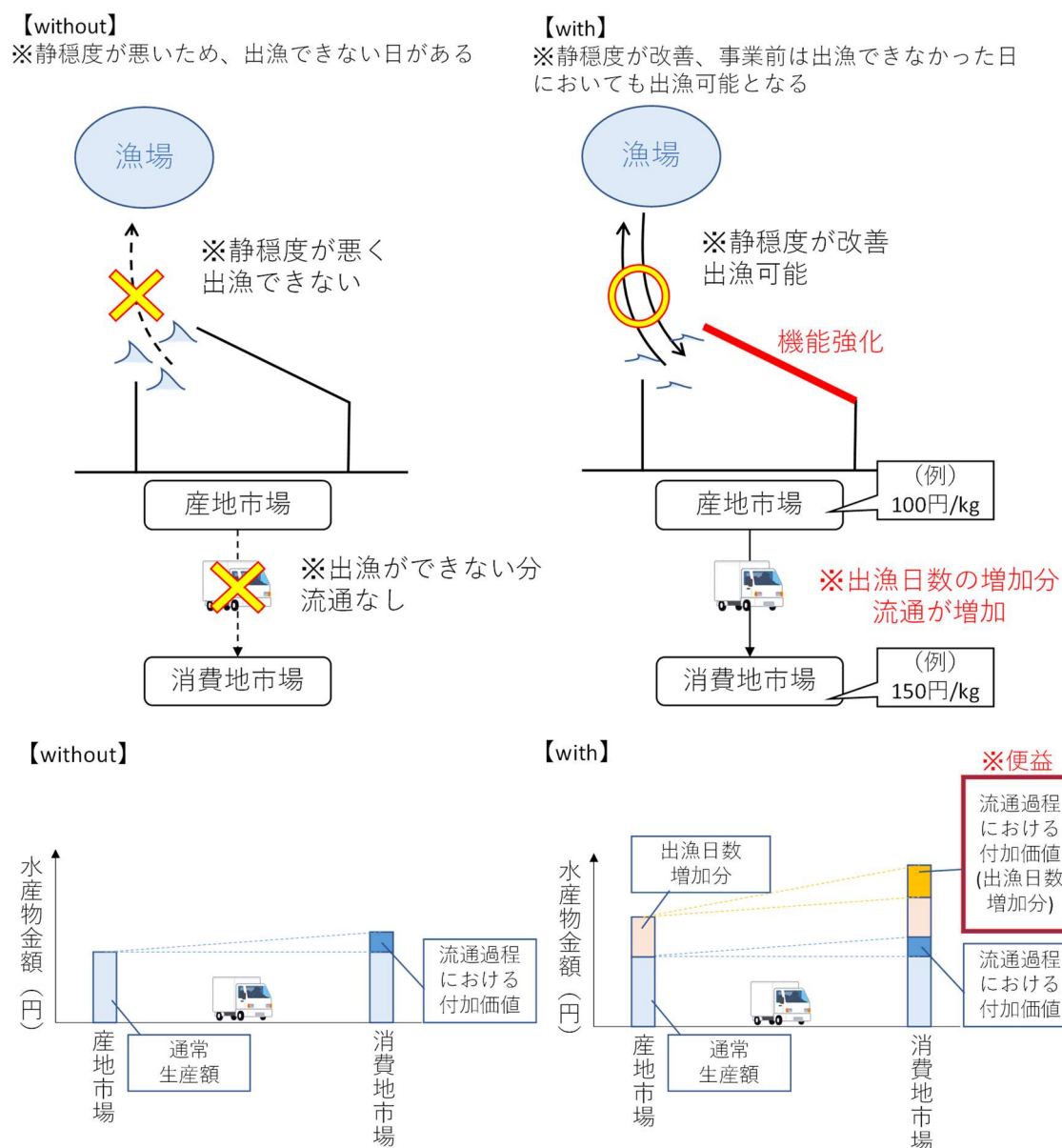
出漁日数の増加（漁獲量の増加）に伴い、水産物の流通量も増加することから、当該漁港と密接な関係のある流通業の収益増加が見込まれる^{※2}。

※1 航路静穏度の不足により出漁が制限されている場合とは、漁場を含む港外は静穏であり、航路静穏度以外は出漁可能な条件を満たしている状況である。他漁港においても出漁できない荒天時は対象とはならない。

※2 本便益は、漁獲量の増加に伴い流通量の増加が見込まれ、かつ、流通業者が取扱量の増加に対応可能である場合に計上することができる。例として、漁場整備により漁獲量が増加する場合においても、本便益は計上可能である。

◆便益発生イメージ

※以下は一例であり、その他の状況による便益計上も考えられる。



b) 漁業損失回避効果の波及効果

【水産加工業への波及効果】

ある漁港において、外郭施設・係留施設等の耐震性能や耐津波性能が確保されていない場合、大規模地震・津波の発生によりこれらの施設が機能喪失、漁業活動の停止に伴い当該漁港と密接な関係のある水産加工場への原料供給が停止するため、水産加工場は操業停止に陥る恐れがある。

漁港施設の耐震性能・耐津波性能の強化により、大規模地震・津波の発生後においても漁業活動の早期再開が可能となる。それに伴い、当該漁港と密接な関係のある水産加工場への原料供給が維持され、水産加工場の操業停止の損失が回避される※。

※ 本便益は、水産加工原料となる魚種のみが便益対象であり、水産加工原料ではない魚種は便益対象とはならない。

◆便益発生イメージ

※以下は一例であり、その他の状況による便益計上も考えられる。

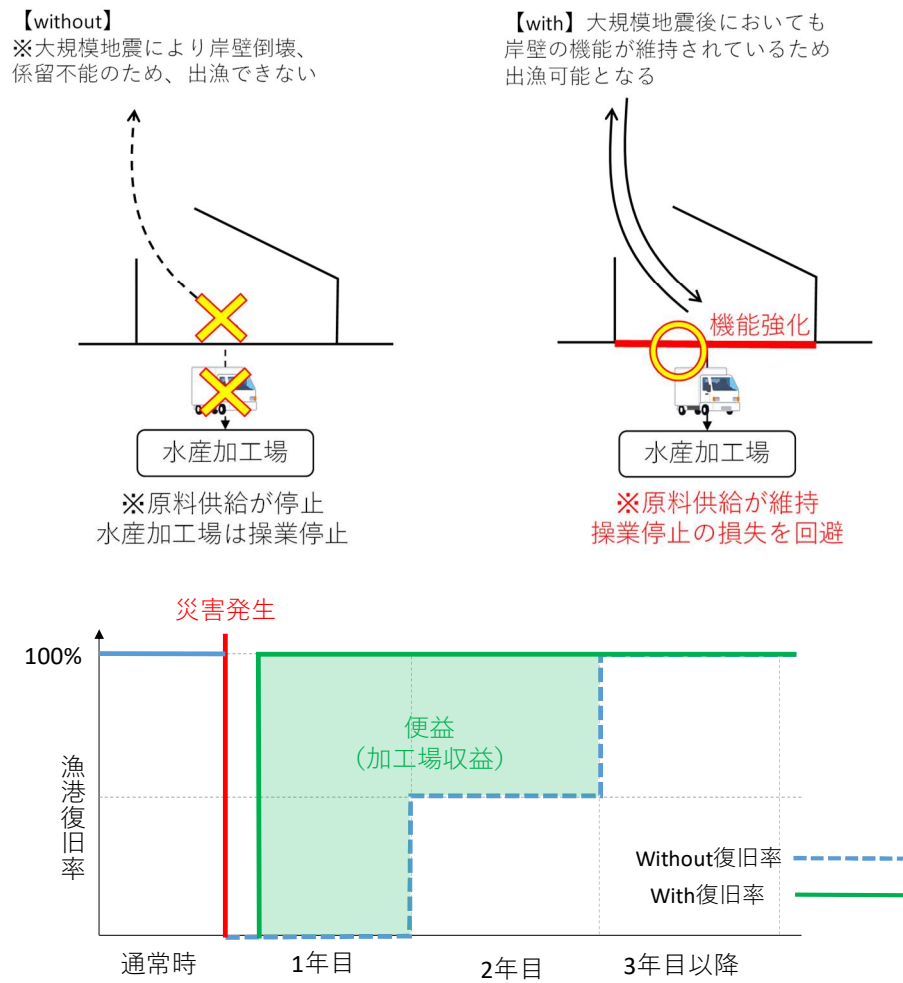


図 便益イメージ

※復旧期間2年とした場合
※復旧1か月目は事業の有無に関わらず漁業再開できないと想定
※便益算定の際は2年目分に現在価値換算が必要となる
※漁港の復旧に伴い水産加工場へ原料供給されると想定

【流通業への波及効果】

ある漁港において、外郭施設・係留施設等の耐震性能や耐津波性能が確保されていない場合、大規模地震・津波の発生によりこれらの施設が機能喪失、漁業活動の停止に伴い水産物の流通が停止するため、流通業は操業停止に陥る恐れがある。

漁港施設の耐震性能・耐津波性能の強化により、大規模地震・津波の発生後においても漁業活動の早期再開が可能となる。それに伴い、水産物の流通が維持され、流通業の操業停止の損失が回避される。

◆便益発生イメージ

※以下は一例であり、その他の状況による便益計上も考えられる。

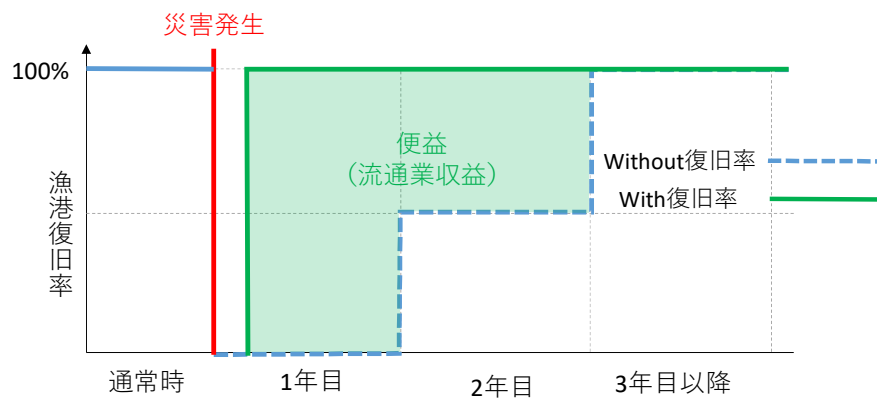
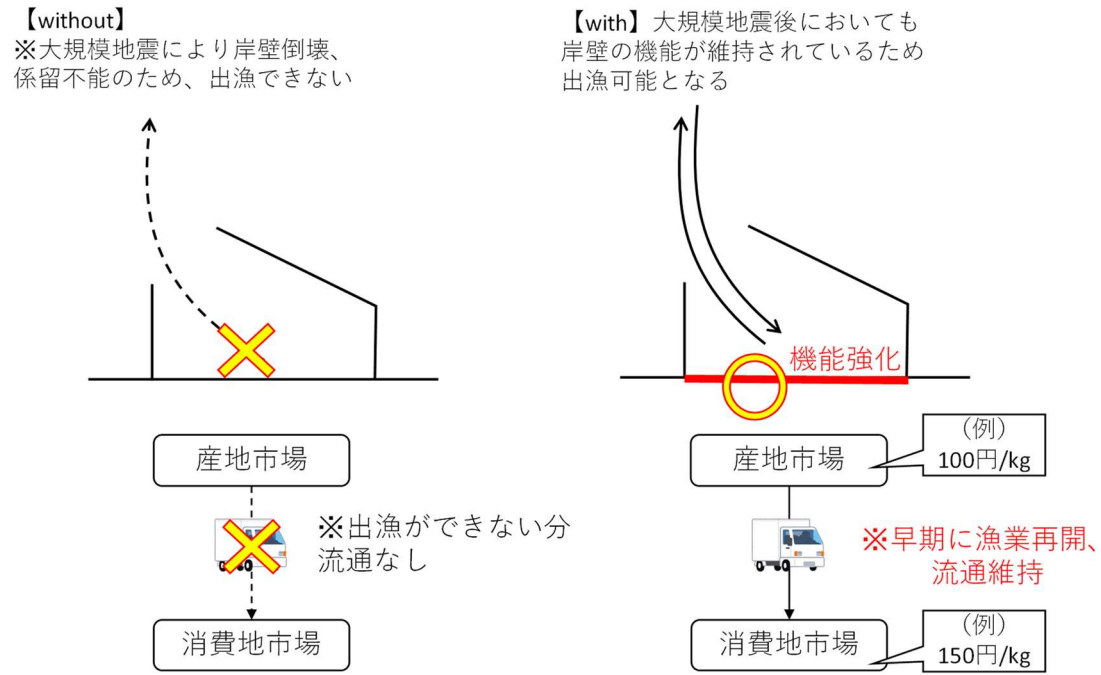


図 便益イメージ

※復旧期間2年とした場合
 ※復旧1か月目は事業の有無に関わらず漁業再開できないと想定
 ※便益算定の際は2年目分に現在価値換算が必要となる
 ※漁港の復旧に伴い水産物流通も再開されると想定

補足表.1 文献に掲載された付着生物・ベントス等の回転率（P/B_{AVE}比）その1

調査者氏名	対象種名	P/B _{ave}	掲載文献名	備考
玉井恭一	ベントス16種平均	3.4	玉井恭一「瀬戸内海におけるベントス生産量の推計」	体重0.5g以下の個体。他報告を含め検討
伊藤・山本	イガイ(0+)	6.00	伊藤猛夫・山本雄二「瀬戸内海来島海峡におけるイガイ個体群の生産量の推定-付着生物研究 5(1)1984」	乾重量比
	イガイ(1+)	1.41		
	イガイ(2+)	0.83		
	イガイ(3+以上)	0.10		
	1 平均	2.09		
Dare1976	2 ムラサキイガイ1968	2.05	伊藤猛夫・山本雄二「瀬戸内海来島海峡におけるイガイ個体群の生産量の推定-付着生物研究 5(1)1984」	イングランド Morecambe湾潮間帯調査
	3 ムラサキイガイ1969	2.83		
	4 ムラサキイガイ1970	1.31		
Zaika1973	二枚貝等18種寿命5年以下種	1.5~10.95	伊藤猛夫・山本雄二「瀬戸内海来島海峡におけるイガイ個体群の生産量の推定-付着生物研究 5(1)1984」	年間日平均回転率×365
	二枚貝等18種寿命6~13年の種	0.13~1.28		
Boysen-Jensen	5 多年生種	2.16	山本護太郎編「海洋生態学3・2底生生物の生産-東京大学出版会海洋学講座9」	
	6 短世代種	5.00		
Richard and Riley	7 多毛環虫Amphrete actifrons	4.58	山本護太郎編「海洋生態学3・2底生生物の生産-東京大学出版会海洋学講座9」	
	8 裂脚甲殻類Neomysis americanus	3.66		
	9 十脚甲殻類Crangon septemspinosa	3.82		
	10 海星類Asterias forbesi	8.61		
山本他1972	11 ホウザワイソギンチャク	2.46	山本護太郎編「海洋生態学3・2底生生物の生産-東京大学出版会海洋学講座9」	仙台湾調査
	12 クビナガスガメ(端脚甲殻類)	4.60		
Sanders1956	13 Nephtheys incisa(多毛類)	2.16	「海の生物群集と生産(山本護太郎「底生生物群集」)-恒星社厚生閣昭和52年」	
	14 Cistenoides gouldii(多毛類)	1.94		
	15 Pandora gouldiana	1.99		
	16 Yoldia limatura	2.28		
Buchanan等(1974)	17 Ammotrypane aurogaster1+(多毛類)	2.1	「海の生物群集と生産(山本護太郎「底生生物群集」)-恒星社厚生閣昭和52年」	Northumberland沖調査
	18 その他の多毛類2+5種平均	1.2		

補足表.2 文献に掲載された付着生物・ベントスの回転率（P/B_{AVE}比）その2

ー日本近海でのベントスの年間生産量調査事例（乾重量*1）ー

	種名	P ^{*2} g/m ²	Bave ^{*2} g/m ²	Bmax ^{*2}	P/Bave	P/Bmax	寿命 年	海域など	著者
多毛類	チマキゴカイ	0.24 ^{*3}	0.26 ^{*3}		0.9			仙台湾	山本ら(1972)
	ヨツバネスビオ	0.010 ^{*4}	0.008	0.01	1.3	1.0	1	瀬戸内海、周防灘、砂質域	玉井(1985)
		0.178	0.089	0.117	2.0	1.5		〃、〃、砂泥域	〃
		0.062	0.032	0.038	1.9	1.6		〃、〃、泥質域	〃
	19 平均				1.7				
	20 ダルマゴカイ	0.230	0.048		4.8		3+	瀬戸内海、備後灘、向島近海	田中ら(1973)
甲殻類	21 マサゴウロコムシ	0.359	0.075		4.8		1+	瀬戸内海、備後灘、向島近海	田中ら(1973)
	22 クビナガスガメ	6.4	1.7	2.3	3.8	2.8	1+	仙台湾	山本ら(1971)
	23 クマ目の1種	0.078	0.043	0.045	1.8	1.7	2+	北海道、厚岸湾	Fuji・Nakao(1975)
	ラスパンマメガニ	2.5 ^{*4}	11.4 ^{*4}		0.2			仙台湾	山本ら(1972)
棘皮類	24 シオムシ	0.248	0.128	0.143	1.9	1.7	2+	北海道、厚岸湾	Fuji・Nakao(1975)
	25 イカリア	0.34 ^{*5}	0.17 ^{*5}		2.0		1+	天草、巴湾	田中・菊地(1972)
軟体類	26 カキクモヒトデ	1.72 ^{*5}	0.33 ^{*5}		5.2		1+	天草、巴湾	田中・菊地(1972)
	27 ヒメコメツブ	0.017	0.009		1.9		1>	天草、巴湾	田中ら(1971)
	28 ツヤモツボ	0.52	0.137		3.8		1>	天草、巴湾	田中ら(1971)
	29 ヒメシラトリガイ	1.76	0.47		3.7		1~2	天草、巴湾	田中ら(1971)
	30 ホトトギスガイ	47	30		1.6		1~2	天草、巴湾(1966年)	田中・菊地(1970)
	31 ホトトギスガイ	71	38		1.9			〃、〃(1967年)	〃
	イガイ	154	26		5.9		11+	瀬戸内海、来島海峡、向島近海(年齢群0+)	伊藤・山本(1984)
		131	93		1.4			〃(年齢群1+)	〃
		80	96		0.8			〃(年齢群2+)	〃
		483	5072		0.1			〃(年齢群3+以上)	〃
		848	5287		0.2			〃(合計)	〃
	32 平均				1.7				
	33 マメクルミガイ	0.41	0.12		3.4			瀬戸内海、備後灘、向島近海	Mukai(1974)
	34 コボレウメノハナガイ	0.76	0.19		4.0			瀬戸内海、備後灘、向島近海	Mukai(1974)
	35 シズクガイ	2.4	1.2		2.0		1>	天草、巴湾(1966年)	田中・菊地(1970)
	36 シズクガイ	5.8	1.9	3.1	3.1	1.9		〃、〃(1967年)	〃
	37 シズクガイ	14.2	4.2		3.4			〃、〃(1968年)	〃
	38 シズクガイ	2.4	0.61		3.9			瀬戸内海、備後灘、向島近海	Mukai(1974)
	39 ヒメカノコアサリ	6.3	1.29		4.9		1>	天草、巴湾	田中ら(1971)
	40 ヒメカノコアサリ	1.8	0.56		3.2			瀬戸内海、備後灘、向島近海	Mukai(1974)
その他	41 ホウザワイソギンチャク	22.4 ^{*5}	9.1 ^{*5}		2.5			仙台湾	山本ら(1972)

資料:玉井恭一「ベントスの生産量とその推定法」(海と生物61 vol.11N02-1989)

#元データからの再計算値

*1 乾重量への変換係数が論文中与えられている場合は、それを用いて変換した。また、変換係数が与えられていない場合、多毛類、甲殻類、軟体類の3群については乾重量へ変換し、他の動物群については変換しなかった。軟体類は殻込みの乾重量で示した

*2 P:年間生産量、Bave:年間平均現存量、Bmax:年間最大現存量(3点移動平均現存量の最大値)

*3 1967年11月から1968年6月までの7カ月間の値

*4 1971年7月から12月までの5カ月間の値

*5 湿重量

補足表.3 増肉係数（投餌量／増重量）調査事例

番号	魚種及び大きさ		増肉係数		餌	報告者	
1	ブリ1		1.2～8.7	平均	5.0	ビタミン添加	広島水試 1968
2	ブリ1		1.2～7.7	平均	4.4	ブドウ糖添加	広島水試 1968
3	ブリ2			平均	6.2	イカナゴ	古川 1969
4	ブリ2			平均	3.5	イカナゴ＋配合	古川 1969
5	ブリ3	200～500g	2.9～4.1	約	3.5	カタチイワシ(2.9→スルメイカ)	畑中. 村川 1958
	ブリ3	200～400g	7.3～9.9	約	8.0	カタチイワシ	畑中. 村川 1958
	ブリ3	400～700g			12.5	カタチイワシ	畑中. 村川 1958
		平均			8.0		
6	マサバ1	100～200g	4.0～12.3	平均	7.4	カタチイワシ	畑中他 1957
	マサバ1	7～61g	2.2～10.4	平均	3.6	カタチイワシ	畑中他 1956
		平均			5.5		
7	マサバ2	13～46g	2.4～10.2	平均	4.8	カタチイワシ	高橋他 1958
	マサバ2	55～155g	3.7～19.2	平均	6.7	カタチイワシ	高橋他 1958
		平均			5.8		
8	マサバ3	50～150g	2.6～3.9	平均	3.2	カタチイワシ	畑中他 1960
	マサバ3	230～440g			9.9	カタチイワシ	畑中他 1960
		平均			6.6		
9	スズキ1	75～200g	3.1～4.8	平均	2.1	イナゴ	畑中他 1962
	スズキ1	85～250g			3.8	カタチイワシ	畑中他 1962
	スズキ1	100g			7.7	カタチイワシ	畑中他 1932
	スズキ1	100g			5.7	イナゴ	畑中他 1962
	スズキ1	165g			9.1	カタチイワシ	畑中他 1962
	スズキ1	268g			9.9	カタチイワシ	畑中他 1962
	スズキ1	268g			6.3	イナゴ	畑中他 1962
	スズキ1	375g			14.5	カタチイワシ	畑中他 1962
		平均					7.4
10	マアジ1	20～50g	6.8～21.3	平均	6.4	カタチイワシ	鈴木 1967
	マアジ1	60～100g			12.3	カタチイワシ	鈴木 1967
	マアジ2	1才魚			14.6	カタチイワシ	鈴木 1973
		平均			11.1		
11	イシガレイ1	180～190g			3.2	マサバ	畑中他 1956
	イシガレイ1	200～210g			3.3	マサバ	畑中他 1956
		平均			5.9		
12	ヒラメ	68～114g			6.9	イナゴ	新活 1985
13	マダイ	42～340g			7.7	魚肉	新活 1984
14	ヒラメ	126～218g			2.8	イナゴ	森実他 1984
15	ヒラメ	132～244g			2.2	マアジ	森実他 1984
16	ヒラメ	130～216g			2.3	サンマ	森実他 1984
17	ヒラメ	127～226g			2.8	カタチイワシ	水産増殖32(3) 1984
魚類を餌料とする全32例平均					6.3		
魚類を餌料とした番号付事例17例平均					5.5		

(続く)

※調査サンプルの平均増肉係数は7.8であり、餌料転換効率は増肉係数の逆数である12.8%となる

(補足表.3の続き)

番号	魚種及び大きさ	増肉係数	餌	報告者
18	メバル1 2～8g		シエビ [※]	畑中他 1962
	メバル1 20～45g		シエビ [※]	畑中他 1962
	メバル1 20～65g		シエビ [※]	畑中他 1962
	平均		4.2	
19	イシガレイ1 80～100g	文献係数 4.6	18.4 二枚貝	畑中他 1956
	イシガレイ1 105～170g	文献係数 6.5	26.0 二枚貝	畑中他 1956
	イシガレイ1 140～160g	文献係数 5	20.0 二枚貝	畑中他 1956
	イシガレイ1 180～200g	文献係数 6.7	26.8 二枚貝	畑中他 1956
	イシガレイ1 180～250g	文献係数 5.5	22.0 二枚貝	畑中他 1956
	平均		22.6	
20	イシガレイ1 130～180g		5.0 環形動物	畑中他 1956
	イシガレイ1 190～210g		5.5 環形動物	畑中他 1956
	平均		5.3	
21	マコガレイ1 50～120g		5.0 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 80～100g		5.5 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 80～100g		6.2 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 110～200g		7.5 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 130～210g		8.8 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 140～210g		7.3 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 200～270g		9.6 環形動物	畑中他 1956
	平均		7.1	
22	マコガレイ1 120～220g	文献係数 7.4	29.6 二枚貝	畑中他 1956
23	マコガレイ1 平均22g		6.1 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 105g		7.4 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 246g		11.5 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 224g		14.1 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 374g		12.7 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 282g		14.5 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 495g		13.1 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 318g		15.6 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 636g		13.7 環形動物	畑中他 1956
	マコガレイ1 349g		15.9 環形動物	畑中他 1956
	平均		12.5	
ベントスを餌料とする全28例平均			12.2	
ベントスを餌料とする番号付事例6例平均			13.6	
24	マサバ2 11～27g	4.9～29.1 平均	9.2 オキアミ	高橋他 1958
	マサバ2 14～38g	3.7～12.7 平均	6.0 オキアミ	高橋他 1958
	マサバ2 47～70g	6.5～13.9 平均	11.0 オキアミ	高橋他 1958
	マサバ2 56～122g	6.3～19.6 平均	7.8 オキアミ	高橋他 1958
	平均		8.5	
25	マサバ3 17～65g	約	5.0 オキアミ	畑中他 1960
26	スズキ1 35g以上		3.8 オキアミ	畑中他 1962
	スズキ1 33g		8.0 オキアミ	畑中他 1962
	平均		5.9	
27	マアジ1 3～20g	6.7～8.2 平均	7.6 オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 20～30g		17.6 オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 18～25g		10.7 オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 70～140g		9.3 オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 100～140g	17～18 平均	17.5 オキアミ	鈴木 1967
	マアジ1 0才魚	6.2～8.0 平均	7.0 オキアミ	鈴木 1973
28	平均		9.7	
	イシダイ1 10～90g		14.9 オキアミ	鈴木 1976
29	カクタイワシ		10.1 オキアミ	高橋他 1960
30	ウマス [※] ラハギ [※] 10～45g		3.6 オキアミ	鈴木 1976
	ウマス [※] ラハギ [※] 100～100g		6.2 オキアミ	鈴木 1976
	平均		4.9	
オキアミを餌料とする全17例平均			9.1	
オキアミを餌料とする番号付事例6例平均			8.4	
全77例平均			9.1	
番号付き事例30例平均			7.8	

資料: 科学技術庁資源調査所「水産資源増大のための海洋生産力の有効利用に関する調査(海洋生態モニタリング)-昭和60年3月」内資料(尾形哲男「各種養殖試験による増肉係数-南西水研資料1982」)のうち平均値、餌料名が記載されている事例を中心に、魚礁性魚類の増肉係数に関する調査事例(番号12～17)を加えて整理した。

※付着した二枚貝の湿重量は殻付きで計測することとしており、二枚貝の増肉係数は「軟体部重量/殻付全重量」比0.25を使用し、文献のむき身増肉係数/0.25で殻付の増肉係数に換算した。

※増肉係数=増重量/投餌量、※魚類の番号は同一文献の同一年次ごとに番号をふった。