

# 漁場における人工構築物の経済的評価システムの開発

実施機関及び担当者名

中央水産研究所 経営経済部 中西孝

玉置泰司

調査実施年度

平成7年4月1日～平成10年3月31日

## 緒言（まえがき）

漁場における人工構築物は、本来の水産資源の維持・増大、漁場環境の改善といった直接的な効果の他に副次的効果として操業時間の短縮、労働（特に高齢者）負担の軽減、漁業管理意識の向上等の社会・経済的効果を持つとともに、生態系保全、水質の浄化、富栄養化の防止等の環境保全効果等の社会資本<sup>1)</sup>の側面を持つ。これらの間接的な経済・社会的効果を定量的に解明し、経済・社会的により効用ある人工魚礁の整備に資する。これらの効果は定量的には解明されていない。

漁場における人工構築物の中で主たる生産基盤整備である人工魚礁を対象とし、経済的評価システムの構築として計量化手法の開発、及びこの調査対象組織の検討を行った。平成7年度は各都道府県担当部門の協力のもとに人工構築物に関するアンケートを実施し、さらに漁業管理に関して福島県相馬原釜で現地調査を行った。平成8年度はこれらの副次的効果について、平成7年度の回答に記載されていた漁業協同組合にアンケートを依頼し、計量化手法を検討した。平成9年度は、このアンケートの結果を参考に漁業協同組合、県漁連、府県、水試等の協力のもとに現地聞き取り調査を行い、時間短縮、遊漁案内業、底曳網の操業から漁場を守るの3項目の効果を金額で評価した。さらに副次的効果を検討するため水揚げ金額以外で計量される人工魚礁の経済的効果について市町村にアンケートを実施した。この結果を参考に、都道府県へアンケートを実施し、この結果を再検討した。

## 調査方法

### 1. アンケート調査

平成7年度は都道府県の担当部門の協力のもとに人工構築物の副次的効果に関するアンケートを実施した。平成8年度はこれらの副次的効果について各項目ごとに、記載されていた漁業協同組合にアンケートを依頼し、さらに検討を加えた。平成9年度は並型魚礁を設置している市町村の協力のもと、人工魚礁の副次的な効果と地域社会に対する効果についてアンケート調査を行った。さらに平成9年度は都道府県の人工魚礁の担当者へ、水揚げ金額以外の人工魚礁の効果として考えられる項目についてアンケートを行った。

### 2. 現地聞き取り調査

副次的な効果として検討した項目を、秋田県、福島県、石川県、福井県、京都府、鳥取県、広島県、山口県、徳島県、高知県での現地調査等により、金額で計量した。ここでは、これまでのアンケート等で主たる副次的効果として示された、水揚げ金額で計量される項目を2つ、水揚げ金額以外で計量される項目を2つ検討した。AD法<sup>2)</sup>ではなく、主としてFE法<sup>3)</sup>を使用した。結果は匿名の希望の箇所もあったため、既報の福島県を除いて匿名とした。ご協力いただいた、県漁連等、漁業協同組合、府県の県庁・水産事務所、水産試験場等、市町村行政庁、水産庁整備課の方々のご協力とご指導に深謝いたします。

## 調査結果

### 1. アンケート調査に基づく人工魚礁の副次的な経済効果

平成7年度の各都道府県への人工構築物に関するアンケートの発送数は39都道府県で、回答率は87%であった。人工魚礁の副次的効果は表1に示したように、主たる回答は①操業時間・経費の節減(53%)、②底曳き網漁業から漁場を守る(25%)、③遊漁案内業の創出(25%)、④漁業管理体制の創出(23%)であった。増殖場造成の副次的効果は表2に示したように、①漁業管理体制の創出(46%)、②対象魚種以外の資源の増加・保護(27%)、③経費の節減(16%)、④環境改善(14%)であった。

表1 都道府県のアンケートでみられた人工魚礁の効果の箇所(合計40箇所、複数回答)

副次的効果の項目	箇所数	%
操業時間・操業経費の節減効果	21	53
底曳網等から漁場を守る	10	25
遊漁案内業の創出	10	25
人工魚礁設置を契機に漁場管理体制ができた	9	23
高齢者・単身操業者の漁場確保、冬季荒天時にも出漁可能	4	10
漁場拡大による漁船置き場所の増大・漁獲安定	2	5
対象魚種以外の資源増加・保護	2	5
活魚出荷体制に寄与	2	5
底質環境改善	1	3
栽培漁業に対する意識高揚	1	3

表2 増殖場副次的効果の効果別箇所数(合計37箇所、複数回答あり)

副次的効果の項目	箇所数	%
増殖場設置を契機に漁場管理体制ができた	17	46
対象魚種以外の資源増加・保護	10	27
操業時間・操業経費の節減効果	6	16
周辺海域の環境改善	5	14
効果的な種苗放流の場が確保された	5	14
計画的生産可能・経営安定	4	11
労働負担軽減・高齢者操業可能	3	8
底曳網から漁場を守る	1	3
栽培漁業に対する意識高揚	1	3

平成9年度の市町村へのアンケートの発送数は476で、回答率は全体で47%、海区別では29～54%で、太平洋中区が54%で最も高かった。全体の「人工魚礁を今後増加したい」は64%、「現状維持」は34%、「今後減少したい」は1%であった。海区別の「人工魚礁を今後増加したい」は56～71%で、海区毎の異なりは大きくなかった。人工魚礁設置の年数別の今後の意向を図1に示した。設置年数19年までは設置年数の増加に伴い、「人工魚礁を今後増加したい」が増加したが、設置年数20年以上では「現状維持」が多かった。人工魚礁の経済的効果で水揚げ金額として評価される項目を海区ごとに図2に示した。回答が多かったのは、漁獲量増大、資源量増大、水揚げ金額増大、漁場の拡大、蛸集効果、滞留効果等で、海区による異なりは大きくなかった。水揚げ金額以外で評価される項目で回答が多かったのは時間短縮、遊漁場所の増加、後継者増加等であった。人工魚礁設置に伴う、管理組織、管理規則等の添付は10%であった。「人工魚礁の設置に対する将来への考え方」以外の項目に関しては、人工魚礁設置年数別の異なりは顕著でなく、海区による異なりも顕著ではなかった。

平成9年度の水揚げ金額以外の人工魚礁の効果に関するアンケートの発送数は39都道府県で、回答率92.3%であった。設問に対して、効果が極めて大きいと考えられる項目を…2、効果のあると考えられる項目を…1と数値化し集計、表3-1に示した。操業時間の短縮が最も多く71%、次に漁業管理意識の

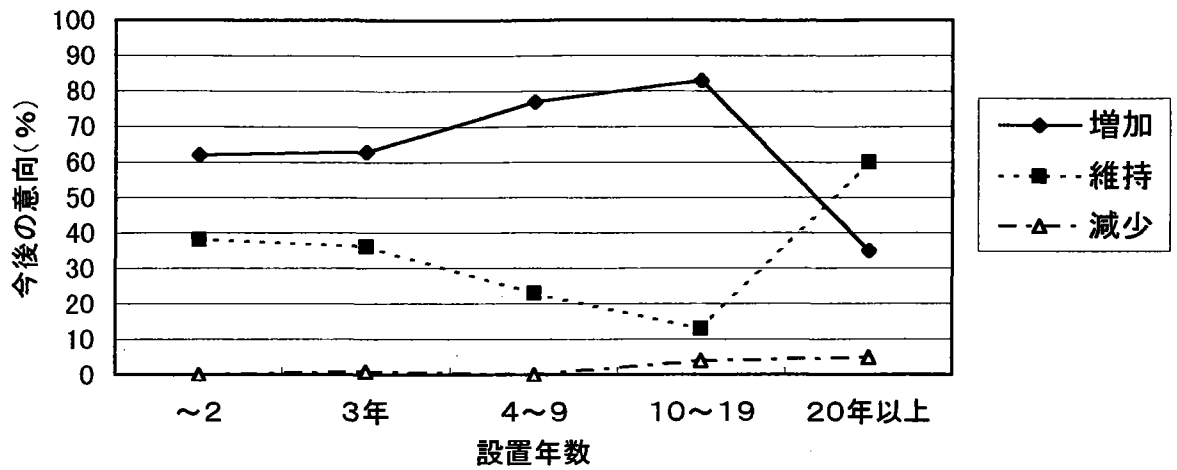


図1 人工魚礁の設置年数と将来の人工魚礁設置の意向との関係

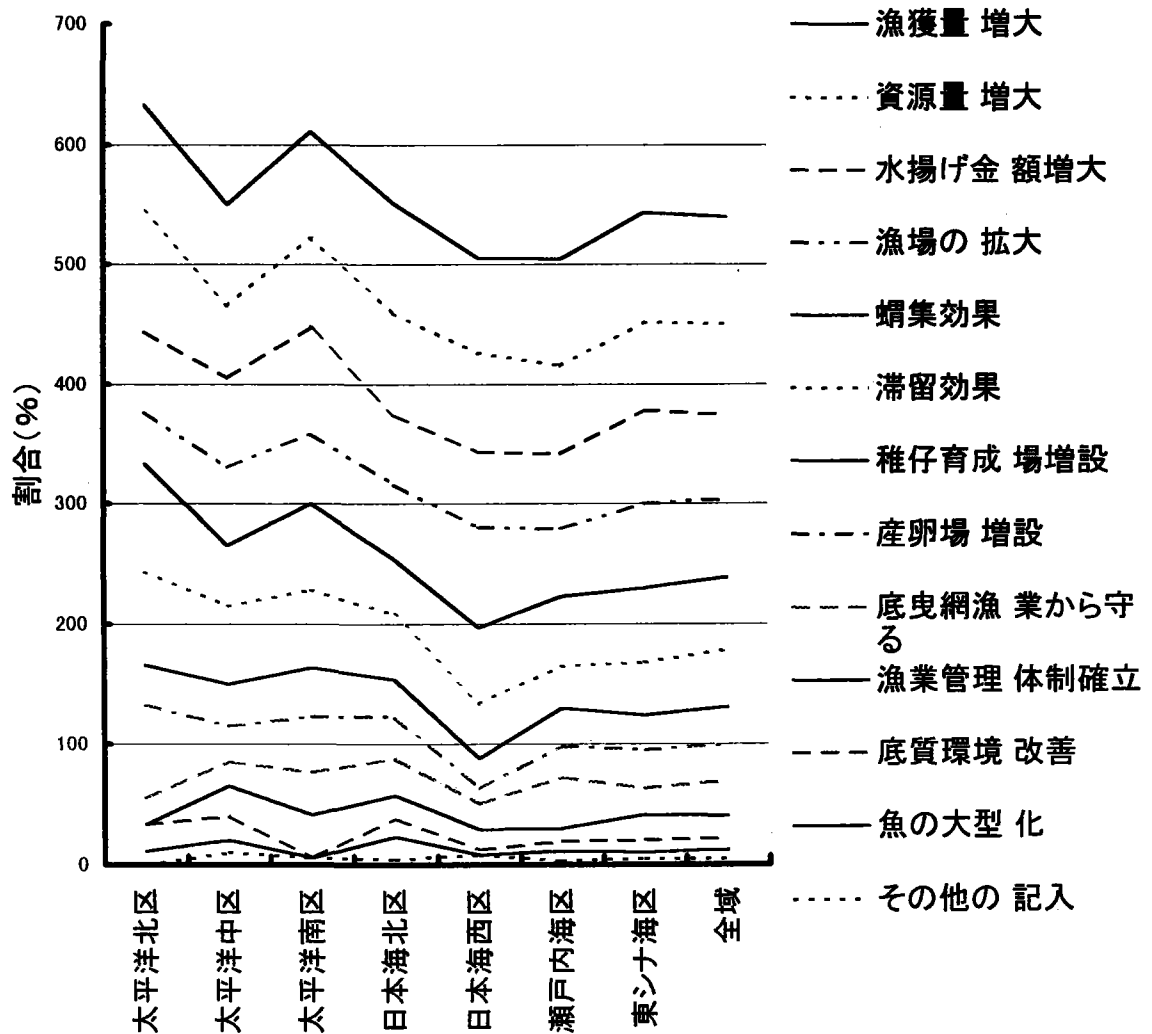


図2 水揚げ金額で評価出来る人工魚礁の経済的評価の回答数に対する割合

識の向上で 50%であった。海中生態系の多様性の促進は 39%であった。リストアップした以外に自由に記載されていた項目を表の 3-2 に示した。

平成 8 年度のアンケート結果は、事例評価の(1)～(4)の人工魚礁の経済的効果の計量化手法の開発に利用した。

表3-1 都道府県のアンケートに見られた人工魚礁の水揚げ金額以外の経済・社会的効果の項目  
効果が極めて大きいと考えられる …2  
効果が考えられる …1 と数値化

	集計数	百分率1)
操業時間・経費の節減	51	71
漁業管理意識の高揚	36	50
遊漁案内業の創出	31	43
海中生態系の多様性の促進	28	39
安全操業	19	26
藻場の増加による水質の浄化	16	22
ダイビングスポット等の海中生態系 観察の場所の創出(環境教育)	9	13
環境共生型漁業の創出	2	3

注1) 全体を36\*2=72とした時の百分率

表3-2 このアンケートで自由記入で新たに追加された効果の項目

項目	記入数
漁獲の確実性の向上(計画的操業)	2
利用隻数、利用者数の増加	1
加工・流通への波及効果	1
水揚げ(経営)の安定	1
建設業及び関連産業への経済波及効果	1
違反操業の減少	1
高齢者の雇用の場の確保	1
出稼ぎ減少による地域の消費・流通の安定化	1

## 2. 現地聞き取り調査

### (1) 操業時間・経費の節減

2事例について聞き取り調査し、結果を表4に示した。労働時間短縮の便益額を  $VTHar$ 、漁業経営体数(N)、魚礁設置前の平均航海時間(ATHno)、設置後の平均航海時間(ATHar)、年間出漁日数(FD)、短縮された時間に他で得られる賃金(SA)を当該漁業へ従事する漁業者の平均所得と仮定すると

$$VTHar = SA * FD * (ATHar - ATHno) * N \quad \text{となる。}$$

燃料費等の減少による便益額を  $VFESar$ 、魚礁設置前の平均燃料消費量(AFECno)、設置後の平均燃料消費量(AFECar)、燃料代(FEP)とすると

$$VFESar = FEP * (AFECar - AFECno) * N \quad \text{となる。}$$

燃料費の減少と労働時間短縮の合計金額は2例とも約 170 千円でほぼ同じであった。利益率はA県では 7.9%、B県では 6.5%増加した。この近接化の効果だけで、B県の場合は費用対効果が1を越えた。漁場の近接化はこれ以外にも、安全性(荒天時に迅速に避難出来る)、魚の品質向上等の効果等も今後検討の対象とする必要がある。

表4 人工魚礁により漁場が近接化したことによる時間短縮、燃料削減等による効果の事例

(金額の単位は千円)

	A県S漁協	B県A漁協
人工魚礁投資額	516,328	90,000
1隻当たり固定費用	356	825
// 可変費用	890	475
// 水揚げ金額	3,500	4,000
計画当初の計算法による利益率	0.644	0.675
人工魚礁の利用率	0.3	0.8
人工魚礁の利用隻数	15	40
一隻当たりの人工魚礁設置による時間短縮等の便益額の合計	178	174
内訳 燃料費の節減	90	96
時間短縮の便益額	88	78
時間短縮等を考慮した時の利益率	0.695	0.719
// 利益率の増加分	0.051	0.044
// 利益率の増加率(%)	7.9	6.5
時間短縮等の効果の総計	2,666	6,960
燃料費の節減	1,350	3,840
時間短縮による労働の機会費用	1,316	3,120
時間短縮等の効果の投資額との比率	0.005	0.077
時間短縮等の便益額の現在価格	48,650	127,007
時間短縮等の費用対効果	0.094	1.411

注) 固定費用は漁船、レーダー等設備、漁具等の定額法の減価償却(聞き取り調査では約20年間の利用)として計算。

## (2) 遊漁案内業の創出

4事例について聞き取り調査し、結果を表5に示した。人工魚礁利用の遊漁による便益額を VGFg、遊漁船の乗船料(GFf)、遊漁者数(GFn)、遊漁船数(GFvn)、遊漁船の利用日数(GFd)、人工魚礁利用率(URar) とすると

$VGFg = URar * GFn * GFvn * GFd * GFf$  となる。

トラベル・コスト法(以下は TCM 法と称する) 4)を利用した人工魚礁の経済的効果も計量した。TCM 法による人工魚礁の効果を VGFtr として、遊漁者の出発地(i)からの距離(Kyoi)、距離当たりの金額(HH)、遊漁者の在住都道府県の平均賃金(ASi)、遊漁の平均時間(GFh) 人工魚礁利用率(URar) とすると

$VGFtr = \sum (Kyoi * HH * ASi * GFh) * URar$  となる。

TCM 法で得られた値は、すべての事例で遊漁船利用料金による利益を越えており、多い事例では 4~5 倍となった。この 4 事例の費用対効果は遊漁関連だけで 1.61~10.57 となり、1 を越えた。

## (3) 底曳網漁業から漁場を守る

人工魚礁設置による底曳網漁業等の排除による便益額を VQMar、漁業経営体数(N)、水揚げ金額(AQMar)、人工魚礁の利用率(URar : 操業は人工魚礁の周辺海域であり、漁業者等への聞き取りで人工魚礁ごとに周辺海域を検討し、利用率を推定)、利益率 (Pr) とすると

$VQMar = AQMar * URar * Pr * N$  となる。

ズワイガニ漁業では幼稚ガニや母ガニの保護のため、底曳網の排除を目途とする人工魚礁が石川県~鳥取県に設置されており、効果を特定しやすいズワイガニの底曳網漁業を対象として計量した結果を表6に示した。人工魚礁の利用率はF、G県は船の配置から、H、I県は聞き取り調査で11月は人工魚礁の周

表5 遊漁船による人工魚礁の利用にともなう経済効果の計量化（金額の単位は千円）

	B県A漁協(兼)	B県A漁協(専)	C県O市漁協	D県Y漁協	E県M漁協
人工魚礁の投資額	90,000		125,330	56,000	100,000
人工魚礁の規模(立m)	7,200.0		1,337.7	4,000.0	3,993.8
遊漁船利益	4,230	7,544	6,217	2,984	1,588
単位当たりの利益(/立m)	0.588	1.048	4.648	0.746	0.398
TCMによる効果	23,742	16,620	8,532	4,473	7,233
単位当たりの効果(/立m)	3.298	2.308	6.378	1.118	1.811
TCM/遊漁船利益	5.61	2.2	1.37	1.5	4.55
合計	専業+兼業	52,136	14,749	7,457	8,821
単位当たりの効用(/立m)		7.241	11.026	1.864	2.209
便益額の現在価格 1)	951,387		269,142	136,077	160,967
遊漁の費用対効果	10.571		2.147	2.43	1.61

注1) 割引率=0.04 利用年数=30年で計算

辺で操業する事から、11月の水揚げ金額と全体の金額との比から計算した。人件費、自家労賃は、地域社会に対しては効果と考え所得として取り扱った5)。この事例の費用対効果は0.084~3.054であった。

表6 底曳網漁業から漁場を守ることで得られたズワイガニ漁業への効果(単位は百万円)

項目	F県	G県	H県	I県A漁協
人工魚礁投資額	550	240	282	1,690
水揚げ金額	362.3	135.1	33.8	1345.3
人工魚礁の利用率	0.028	0.194	0.598	0.424
利益率	0.245	0.438	0.453	0.496
利益	88.8	59.3	15.3	667.3
効果の金額	2.5	11.5	9.2	282.8
便益額の現在価格 注1)	46	210	168	5,161
底曳から守るの費用対効果	0.084	0.875	0.596	3.054

注1) 割引率=0.04 利用年数=30年で計算

#### (4)漁業管理

漁業管理の効果について、玉置・多屋 6)はこのプロジェクト研究の成果として検討しており、表7に示した。この人工魚礁利用の他漁協所属の漁業者の漁業所得推計値 16 百万円を加えるた合計金額は 72 百万円となり、この人工魚礁の効果は投資金額 490 百万円の 14.7%にあたり、費用対効果は 2.68 となる。これは「(3)の底曳網漁業から漁場を守るの計算式」と同様に、玉置らは所得率 ((3)の計算式では利益率) 47~55%として水揚げ金額から漁業所得を計算し、人工魚礁の利用率を 100%として便益額を計量した。

表7 相馬原釜漁協所属船の魚礁漁場利用期間の漁獲金額及び漁業所得

業種階層	いけべ5ト未満	いけべ5ト以上	釣り5ト未満	釣り5ト以上	総計
隻数	6	8	22	14	50
漁獲金額(千円)	16,843	22,138	34,241	33,896	107,118
漁業所得率(%)	53.94	53.90	47.12	54.50	51.93
漁業所得(千円)	9,085	11,933	16,136	18,474	55,628

注) 漁業所得率は償却後所得率を用いた。

資料) 玉置泰司、多屋勝雄(1997)のp. 40の表2の一部改変

考察

アンケート結果等を参考に、人工魚礁の社会・経済的效果を整理して表8に示した。ここでは沿整事業の事前評価の対象であるのか、水揚げ金額で計量されるのか等により検討した。社会・経済的效果の中でも事前評価に含まれない項目が多く見られ、事前評価の費用・便益分析は必ずしも人工魚礁の効果をすべて反映していない可能性を示唆している。そこで現在行われている事前評価の項目のどれに該当するのか、該当しないものを利益率に加算すべきもの、効果に加算するものに類型して、表9に示した。漁場の近接化のように費用の減少を結果として利益率の向上で計量したが、事後評価としては妥当であっても、事前評価にどのように組み込むかは検討の必要があり、効果に加算の表9のDとして取り扱うのか等、利益率

表8 人工魚礁の設置による社会・経済的側面の変化の一覧

効果の項目	漁業への経済効果					地域社会等への社会・経済効果					事前評価で対象漁業に含まれる項目	事前評価の対象漁業以外への効果も考えられる項目	事前評価で対象とならない項目
	収入		費用			収入				費用			
	QM	AM	FC	VC	AC	Ji	EN	LE	RI	SC			
資源量増大	○					○		○			○	○	
漁獲量増大	○					○			○		○	○	
水揚げ金額増大	○										○	○	
魚大型化	○										○	○	
活魚出荷体制に寄与	○										○	○	
漁場の近接化		○		○									○
荒天時(冬季)の操業可	○			○							○		○
安全操業				○									○
高齢者・単身者の漁場確保	○			○		○							○
底曳網等から漁場を守る	○			○									○
漁場探査不要		○		○							○	○	○
漁場の拡大	○										○	○	
漁法の改善	○		○	○							○	○	○
底質環境改善	○						○			○	○	○	
藻場増加による水質浄化							○			○			○
蠣集効果	○			○							○		
滞留効果	○			○							○		
産卵場増設	○										○	○	
幼稚仔育成場増設	○						○				○	○	
漁業管理体制確立	○	○		○							○		
栽培漁業への意識高揚	○	○		○								○	
環境共生漁業の創出							○			○		○	○
遊漁案内業の創出		○				○		○					○
ダビングスポット等の生態系観察場の創設									○				○

注3)

注4)

注)

1)表中の漁業や地域社会へ社会・経済効果の略語の説明

収入	水揚げ金額	QM	収入	就業機会	Ji
	その他	AM		環境	EN
費用	固定費用	FC		レジャー	LE
	可変費用	VC		その他	RI
	その他	AC	費用		SC

2) 費用は固定費用と可変費用に分けられ、可変費用は一般的には生産量に影響されるが、固定費用は影響されないと仮定している。ここでは人工魚礁が直接的に影響を与える項目について○を記入。

3) 人工魚礁の対象でない魚種、漁業種類は、結果として事前評価では検討されない。

4) 事前評価の項目となっていない(利益率、漁獲率が個々に検討される場合は含まれる可能性あり)。

表9 人工魚礁の設置による社会・経済的側面の変化の一覧

効果の項目	事前評価				社会的寄与 経済効果		
	注1) FS	Cr	FP	Br	A	B	C
資源量増大	○						
漁獲量増大		○					
水揚げ金額増大		○	○				
魚大型化			○				
活魚出荷体制に寄与			○				
漁場の近接化			○	○	●		
荒天時(冬季)の操業可			○	○			
安全操業				○			
高齢者・単身者の漁場確保				○		○	
底曳網等から漁場を守る					●		
漁場探査不要				○			
漁場の拡大		○		○			
漁法の改善		○					
底質環境改善							○
藻場増加による水質浄化							○
蠕集効果		○					
滞留効果		○					
産卵場増設	○						
幼稚仔育成場増設	○						
漁業管理体制確立					●		○
栽培漁業への意識高揚					○		○
環境共生漁業の創出							
遊漁案内業の創出						●	
ダンピングスポット等の生態系 観察場の創設							○

注)

1)表中の漁業や地域社会へ社会・経済効果の略語の説明

資源量	FS	社会的寄与率	
漁獲率	Cr	利益率に加算	
魚価	FP	資源量に乗算	
利益率	Br	人工魚礁の規模に乗算	
		A	B
		C	

効果 = 人工魚礁の規模(m<sup>3</sup>)[\*資源量(Kg/m<sup>3</sup>)\*[漁獲率\*魚価(円/Kg)\*[利益率+A]+B]+C]+D

●は今回のプロジェクト研究で計量した項目

表10 人工魚礁の副次的経済評価の計量手法と費用対効果

効果の項目	事例数	計量化手法	費用対効果 1)
操業時間・操業経費の節減	2	燃料費、労働条件改善、利用率	0.094、1.411
底曳網等から漁場を守る	4	水揚げ金額、利益率、利用率	0.084~3.054
遊漁案内業・遊漁船に効果	4	TCM法、遊漁料、利用率	1.61~10.571
漁場管理体制の整備	1	水揚げ金額、利益率、利用率	2.68

ここに示した項目のみの費用対効果であって、全体の費用対効果は漁業等への費用対効果を加える必要がある



の検討が必要となる。さらに表9に示した計算式の項目は、それぞれに相関が考えられる事から、今後検討し、モデル化を行う必要がある。基本的には副次的効果も利益率に収斂すべきで、表9のDのような加算では、人工魚礁の規模が係数として考慮されないため、事前評価の計算式としては不相当と考える。

人工魚礁の評価手法は、効果の多いと考えられる①操業時間・経費の削減、②遊漁案内業の創出、③底曳網漁業等から漁場を守る、④漁業管理の4項目について、評価手法を検討し事例調査により結果を示した。①の項目では、燃料費節減、労働時間節減を、表9の式の利益率に加算される率として計量した。②の項目は、結果として遊漁で利用されている人工魚礁の便益額を遊漁収入、TCM法を利用して、人工魚礁の規模\*単位当たり人工魚礁の寄与額、として定量的に示すことが出来た。③と④の項目では、水揚げ金額と利益率で利益を算出し、これに人工魚礁の利用率を乗算することで人工魚礁の便益額を計量した。これらをまとめて表10に示した。人工魚礁設置前後における水揚げ金額の変化からの計量では、自然における資源変動を考慮して効果を計量化する必要があるが、自然変動をこの計量化で必要とする精度で推量することは現状では困難であり、これを回避した利益率や人工魚礁の利用率から計量する手法が有効と考えられる。

事前評価の計量手法として利用している計算式

$$\text{効果} = \text{人工魚礁の規模 (m}^3\text{)} * \text{資源量 (kg/m}^3\text{)} * \text{漁獲率} * \text{魚価 (円/kg)} * \text{利益率} \cdots (1)$$

は費用や人工魚礁の利用率等も利益率や漁獲率の中に含んで計量が可能であり、人工魚礁の規模が項目として入っており、優れた事前評価手法と考えられる。これを参照して、水揚げ金額で計量出来る人工魚礁の効果の計量化の計算式として次の式を検討した。

$$\text{人工魚礁の便益額} = \text{水揚げ金額} * \text{利益率} * \text{人工魚礁の寄与率}$$

人工魚礁の寄与率は、対象人工魚礁での水揚げ金額を、対象漁業の水揚げ総金額で除算した値となるが、ここでは人工魚礁の寄与率を、事例調査等で入手可能な人工魚礁の利用率の値で計算した。今回の事例では人工魚礁の寄与率と人工魚礁の利用率は同じと仮定した<sup>7)</sup>。水揚げ金額以外の人工魚礁の効果は、費用の削減については(1)式の利益率の増加として、これ以外の効果では、人工魚礁の寄与額として

人工魚礁の便益額 = 人工魚礁の規模 \* 単位当たりの人工魚礁の寄与額  
から計量化した。

今回の事例調査では人工魚礁の費用対効果が観察され、副次的な効果だけで1を越える結果も得られ、人工魚礁の副次的な経済・社会的効果が大きいことを示した。人工魚礁の評価システムの組織については、資料等の整った漁業協同組合を基盤として、県等により計量化を行うのが聞き取り調査やアンケートの内容等から妥当と考えた。

地域活性化等の効用や表8に示されていない項目、人工魚礁等の設置による魚価の低下による消費者余剰等、さらに人工構築物による多様な生物生息空間創出等の評価については今後の検討課題としたい。

## 摘要

人工構築物の経済的評価システムの構築として、人工魚礁の副次的効果の計量手法、調査対象組織等について明らかにした。副次的効果のうち主な4項目について、現地調査等から1~4の事例について労働時間短縮、TCM法、利益率、人工魚礁利用率等を利用する計量手法を示した。水揚げ金額で計量化出来る便益額の計算式は 人工魚礁の便益額 = 水揚げ金額 \* 利益率 \* 人工魚礁の寄与率 とした。いずれの事例においても費用対効果が観察され、副次的な効果だけで1を越える結果も得られ、人工魚礁の副次的な経済・社会的効果が大きいことを示した。さらに事前評価法、水揚げ金額等で副次的効果を類型化した。

## 【注】

1)地井昭夫「社会資本としてみた人工「漁礁」の社会的役割—人工「漁礁」を利用する漁家の生活構造の

変化をとおして一」(漁業管理研究、長谷川彰監修、成山堂書店、1991) p45 に「社会資本とは、直接の利益を目的とする生産活動のためではなく、むしろ民間資本の生産性を高めたり、あるいは国民福祉の向上や生活環境の整備といった、社会的に要請される間接資本のことである」とされている。

2)AD法(accumulated data method)データ積み上げ法は資料や聞き取り等によりデータを積み上げていく手法を仮にAD法と称している。ある漁業経営体( $i$ )で、人工魚礁を利用している魚種毎( $j$ )の人工魚礁設置前の水揚げ量( $Q_{noij}$ )、魚種毎の価格( $FP_{noij}$ )、魚種毎の固定費用( $FC_{noij}$ )、可変費用( $VC_{noij}$ )、人工魚礁設置後の利用中の魚種毎の水揚げ量( $Q_{arij}$ )、利用中の魚種毎の価格( $FPar_{ij}$ )、環境等による資源変動の魚種毎の漁獲量への関与率( $f_j(FS_j)$ )、固定費用( $FCar_{ij}$ )、可変費用( $VCar_{ij}$ )、人工魚礁で漁獲される魚種毎の割合( $RFCar_{ij}$ )、インフレーター(PD)、人工魚礁利用による所得の増減を $VQMar_i$ とすると。

$$VQMar_i = \sum RFCar_{ij} * ((Q_{noij} * FP_{noij} * PD - FC_{noij} - VC_{noij} * PD) - (Q_{arij} * FPar_{ij} * f_j(FS_j) - FCar_{ij} - VCar_{ij}))$$

これは次のように整理される

$$VQMar_i = \sum RFCar_{ij} * ((Q_{arij} * FPar_{ij} * f_j(FS_j) - Q_{noij} * FP_{noij} * PD) - (\sum FCar_{ij} - \sum FC_{noij}) - (\sum VCar_{ij} - \sum VC_{noij}))$$

人工魚礁設置前後で固定費用は変化しないと仮定すると上の式は

$$VQMar_i = \sum RFCar_{ij} * ((Q_{arij} * FPar_{ij} * f_j(FS_j) - Q_{noij} * FP_{noij} * PD) - (VCar_i - VC_{noij}))$$

この式により人工魚礁利用漁業経営体全体を加算( $\sum VQMar_i$ )することにより、人工魚礁による水揚げによる所得の増減( $VQar$ )が得られる。

以上で計量出来るが、魚種毎の人工魚礁で漁獲される割合( $RFCar_{ij}$ )や魚種毎の資源変動( $f_j(FS_j)$ )を正確に計量することは困難が伴い、さらに社団法人全国沿岸漁業振興開発協会(1990)の「魚礁及び増殖業の造成に伴う経済社会的影響調査—効果マニュアル—」で検討されているように人工魚礁設置前の情報は得にくいとされている。そこで漁業者への聞き取りを利用した手法を検討すると次のようになる。

3)FE法(fishermen's evaluation method)漁業者評価手法は漁業者が評価した結果を参照にする手法をFE法と仮に称する。聞き取り等の項目により次の3つを想定した。

(i)FE1法—漁業経営体( $i$ )の人工魚礁設置前の水揚げ金額( $QM_{no}$ )、設置前の可変費用( $VC_{no}$ )、利用中の水揚げ金額( $QMar_i$ )、利用中の可変費用( $VCar_i$ )、水揚げ金額に占める人工魚礁の寄与率( $RQEar_i$  : 人工魚礁設置以外の環境変動等による水揚げ金額の増減率( $RFSar_i$ )も漁業者に検討してもらうことで、漁法や資源状態の変動等を計量出来るが、ここでは寄与率( $RQEar_i$ )に含めて聞き取りされると仮定する)、固定費用( $FC_i$ : 人工魚礁の設置前後の固定費用が同じとすると、固定費用は結果的に計算式から消去されるので聞き取る必要はない)、人工魚礁による水揚げによる所得の増減額( $VQar_i$ )とすると

$$VQar_i = RQEar_i * ((QMar_i - FC_i - VCar_i) - (QM_{no} - FC_i - VC_{no}))$$

となる。ここでは人工魚礁設置前の水揚げ金額や可変費用の代わりに、人工魚礁利用による水揚げ金額の増減割合( $RQMar_i$ )や人工魚礁利用による可変費用の増減率( $RVCar_i$ )を聞き取ることによっても計算が可能である(人工魚礁設置前の水揚げ金額、費用等は不明のことが多いと考えられるので、このような聞き取り手法のほうがデータを得やすいと考えられる)。

(ii)FE2法—人工魚礁利用者の水揚げ金額( $QMar_i$ )、総費用( $TCar_i$ )、水揚げ金額の人工魚礁設置による増減率( $RVQar_i$ )、人工魚礁による水揚げ金額の増減額( $VQar_i$ )とすると

$$VQar_i = RVQar_i * (QMar_i - TCar_i) \text{ となる。}$$

(iii)FE3法—直接人工魚礁による所得の増減額や、または人工魚礁が無くなったと仮定したらどのくらい所得が減少するのかを聞き取る方法。

これらはFE3<FE2<FE1の順で聞き取り項目が少なく実施が容易となるが、客観性の面ではFE1>FE2>FE3と予想される。

4) トラベル・コスト法(TCM 旅行費用)は代替市場評価法の一つであり、特定の場所(ここでは人工魚礁設置場所)から受ける便益を評価する手法であり、レクリエーション関連(ここでは遊漁)の財・サービスの評価を訪問者(ここでは遊漁者)の旅行費用で計測する評価法。

5) 人件費、自家労賃を経費でなく収入として取り扱うには、今後さらに経済的な検討を必要とするが、ズワイガニの底曳網漁業の乗組員は地域雇用であり、地域活性化の視点で収入として計算した。

6) 平成7年度沿整事業直轄調査(人工魚礁)報告会資料及び玉置泰司、多屋勝雄(1997)「人工魚礁における資源管理による経済効果の評価—福島県相馬地区の事例分析」漁業経済研究 第42巻、第1号で詳細に述べている。

7) 人工魚礁設置による便益額の増加率をここでは人工魚礁の寄与率と仮に称した。人工魚礁の寄与率は、「事前評価の(1)式を利用して事後に得られる水揚げ金額/水揚げ総金額…(a)」とし、「人工魚礁の設置により(1)の計算式以外で得られる水揚げ金額/水揚げ総金額…(b)」とすると、(a)+(b) (利益率は除数・被除数にあるため除いて検討)となる。(a)式は直接的寄与率であり、人工魚礁の利用率で計算出来ると考えられる。(b)式は間接的寄与率で、事例評価の(1)、(2)の項目の事例研究では利益率や単位あたりの人工魚礁の寄与額として、この間接的寄与率を計算した。事例評価の(3)、(4)の項目の事例研究では直接的寄与率と、間接的寄与率の分離は困難であり、間接的寄与率も聞き取り調査等の水揚げ金額に含まれているとして計算した。人工魚礁の規模等は、水揚げ金額を人工魚礁の事前評価の(1)式から計算しているので、結果として聞き取り等の水揚げ金額や人工魚礁の寄与率に含まれると考えられる。