

# 人工魚礁における増殖機能の費用便益分析手法の開発

Development of a method for cost and benefit analysis of the propagation functions of artificial fishing reefs

伊藤 靖\*・松本 卓也\*\*・中野 喜央\*\*・麓 貴光\*\*\*

Ysushi ITO, Takuya MATSUMOTO, Yoshio NAKANO and Takamitsu FUMOTO

\* (財) 漁港漁場漁村技術研究所 漁場と海業研究室 室長

\*\* (財) 漁港漁場漁村技術研究所 漁場と海業研究室 主任研究員

\*\*\* (財) 漁港漁場漁村技術研究所 専門技術員

The “benefits” in cost and benefit analysis of artificial reefs are the effects of increased production volume of gathered fish that were caught and other indirect effects. However, since a method for evaluating the propagation effects of artificial reefs has not yet been established, such effects are not applicable as being a “benefit.”

As a result, examinations were conducted on methods for evaluating the propagation effects of artificial reefs, developments were made on methods for evaluating (1) prey cultivation structures, (2) the effects of cultivation of juvenile fish through seaweed attached to reefs, (3) the effects of cultivation of juvenile fish around reefs, and (4) spawning ground effects, and such methods were added as new assessment items.

*Key words: Artificial reefs, propagation effects, cost and benefit analysis, juvenile fish, spawning grounds*

## 1. はじめに

公共事業については、より一層の効率的で透明性の高い事業の推進が求められており、水産基盤整備事業においても、事業の妥当性をより客観的に判断するために、「水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン（暫定版）平成14年3月 水産庁漁港漁場整備部」<sup>1)</sup>に基づき、事業の実施（事前）、期中、完了後の各段階において費用対効果分析を実施している。

費用対効果分析で評価する効果の対象は、①実用的な範囲内で貨幣換算が可能な効果と、②それ以外の定量的または定性的に把握できる効果に分かれており、『貨幣換算が可能な効果』について費用便益分析を実施し、経済的妥当性を検証することとしている。

費用便益分析は、個々の事業で発現する貨幣化が可能な効果を計測し、事業にかかる費用と比較することにより事業の経済的妥当性を評価するものである。

現行で計測する人工魚礁の効果は、蝟集した魚介類を漁獲した生産量の増加効果である。人工魚礁がもつ増殖効果など生産量に反映されにくい効果は評価の対象となっていない状況にある。

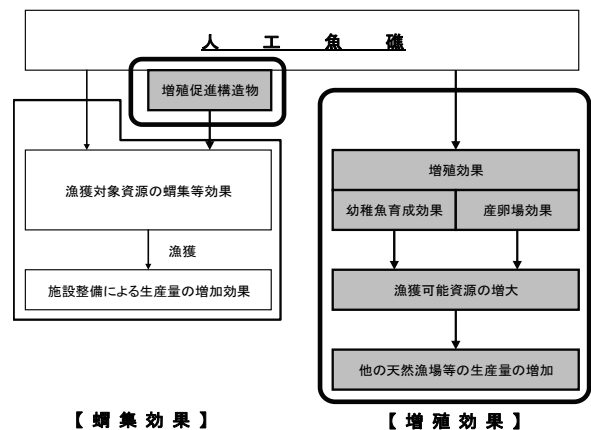
筆者らは、平成16年から人工魚礁の増殖機能の評価方法に関する検討<sup>2)~4)</sup>を行っており、本稿では現時点で費用便益分析の便益項目として新たに評価の項目に加えられた算定手法について報告する。

## 2. 人工魚礁整備による効果の枠組み

人工魚礁には、本来の魚類蝟集機能に加え、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。

また、近年、餌料の供給等、魚礁の増殖機能の増大を主たる目的として、貝殻礁、石詰礁、瓦礁等を装着（以降、餌料培養構造物とする）した人工魚礁が増えてきている。

このような積極的な蝟集・増殖効果を適切に評価するため、新たに人工魚礁整備による効果の枠組みを設定した（図-1）。



【蝟集効果】

【増殖効果】

図-1 効果の枠組み

人工魚礁の効果を蝟集効果と増殖効果に大別し、蝟集効果については、これまで計測してきた「施設整備による生産量の増加効果」とし、これに餌料培養構造物を装着した場合の効果の考え方を設定した。

さらに、新たな便益項目として、増殖効果を設定し、増殖効果の具体的な算定方法として、幼稚魚育成効果、産卵場効果を設けた。

### 3. 餌料培養構造物の評価方法

人工魚礁整備による生産量の増加効果算定にあたり、現行では、標本船調査等により得られた漁獲原単位(kg/空<sup>3</sup>m)に当該魚礁の事業量を乗じることにより期待漁獲量(漁獲されると期待される量)を算定している。

人工魚礁本体に餌料培養構造物を装着する場合は、以下の2つの方法のいずれかで評価することとした。

#### 3.1 餌料培養構造物を装着した既設人工魚礁の漁獲実績による方法

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する。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、上述した漁獲原単位(kg/空<sup>3</sup>m)を補正する。

#### 3.2 餌料培養構造物による餌料生物増加量による方法

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、漁獲原単位(kg/空<sup>3</sup>m)を補正する。

### 4. 人工魚礁による増殖効果の算定方法

人工魚礁整備によ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後漁獲される量を期待漁獲量として推定し便益額を算定することとし、年間便益算定の基本式は次式の通りとした。

なお、効果算定に当たっては、便益の二重計上を回避するため、魚種ごとに本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2つの効果を計上しないこととした。

期待漁獲量を求める方法は、以下に示す3つの手法に対し、当該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、最も適切な手法を対象魚種ごとに1つを選択し算定するものとした。

(基本式)

$$\text{年間便益額 (B)} = Q \times P - C$$

Q : 期待漁獲量 (kg/年)

P : 平均単価 (円/kg)

C : 生産量増加に伴う年間漁業経費 (円/年)

#### 4.1 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(以降、施設藻場とする)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。

本効果における期待漁獲量は、事業実施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こととした(図-2)。

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こととした。

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として、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を把握している場合は、これを使用して良いこととした。

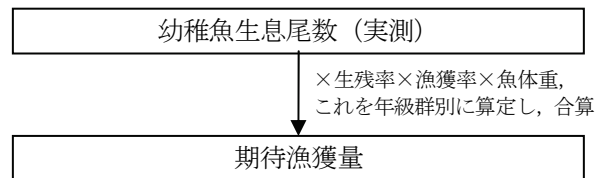


図-2 施設藻場で育成された資源の期待漁獲量

#### 4.2 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(以降、魚礁効果範囲とする)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蝟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、本効果の計測対象となりうる魚種は、当面は底生魚類(カレイ類、ヒラメ等)とした。

本効果における期待漁獲量は、魚礁効果範囲の幼稚魚生息密度（尾/m<sup>2</sup>）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こととした（図-3）。

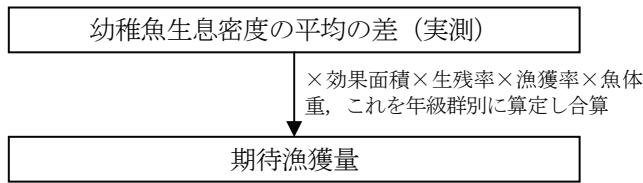


図-3 魚礁効果範囲の海底部に蟄集する幼稚魚の期待漁獲量

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つ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こととした。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した（図-4）。

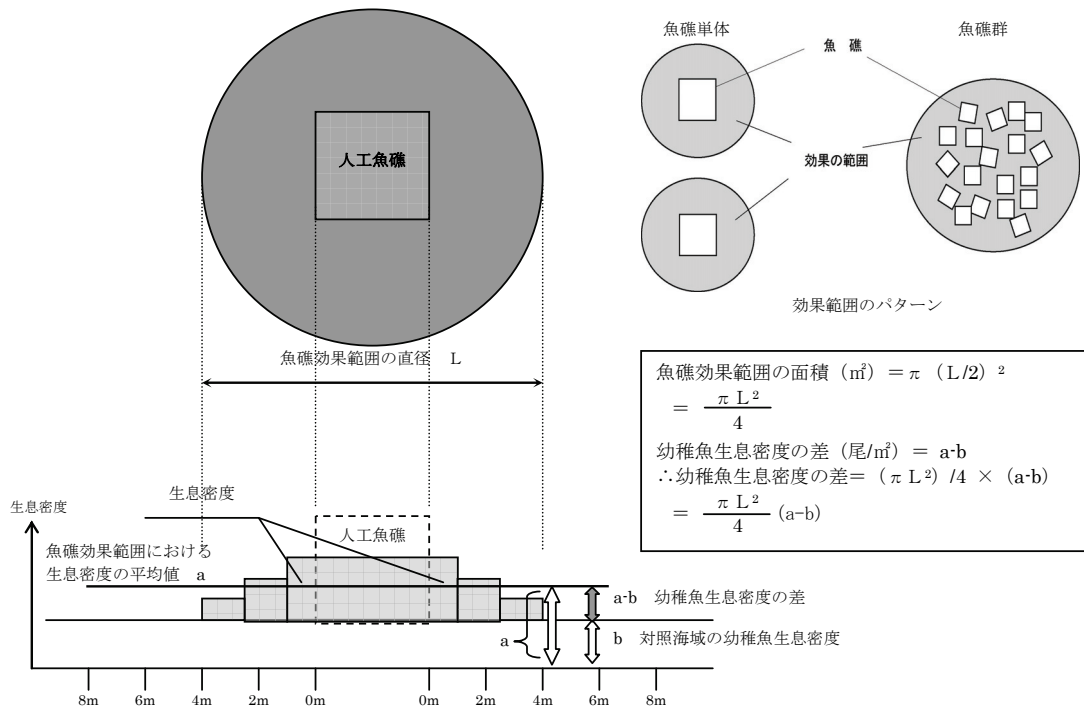


図 4 魚礁周辺での幼稚魚育成効果の便益算定の考え方

なお、事業実施地区（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こととし、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こととした。

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として、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において確認された幼稚魚生息密度の差等を把握している場合は、これを使用して良いこととした。

### 4.3 産卵場効果

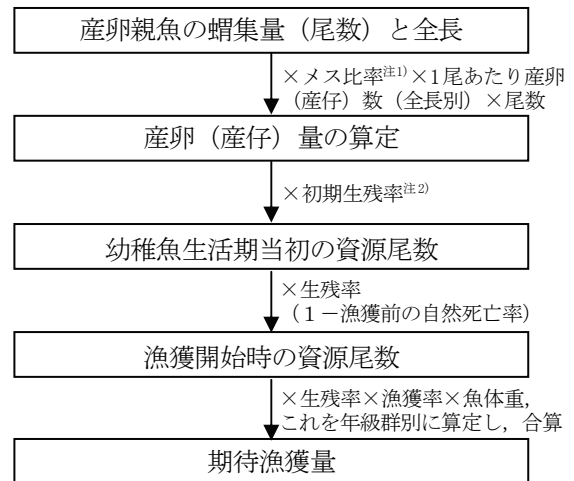
人工魚礁を産卵場として利用する魚種も多く、当該人工魚礁で産出された卵・稚仔魚が別の海域へ移送され、漁獲対象となる場合も見られる。

本効果における期待漁獲量は、産卵親魚の蟄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こととした（図-5）。

産卵親魚の蟄集量と全長は、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こととした。

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として、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、全長等を把握している場合は、これを使用して良いこととした。

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から、漁獲開始時の資源尾数を算定しても良いこととした(図-6)。



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

図-5 施設藻場で育成された資源の期待漁獲量

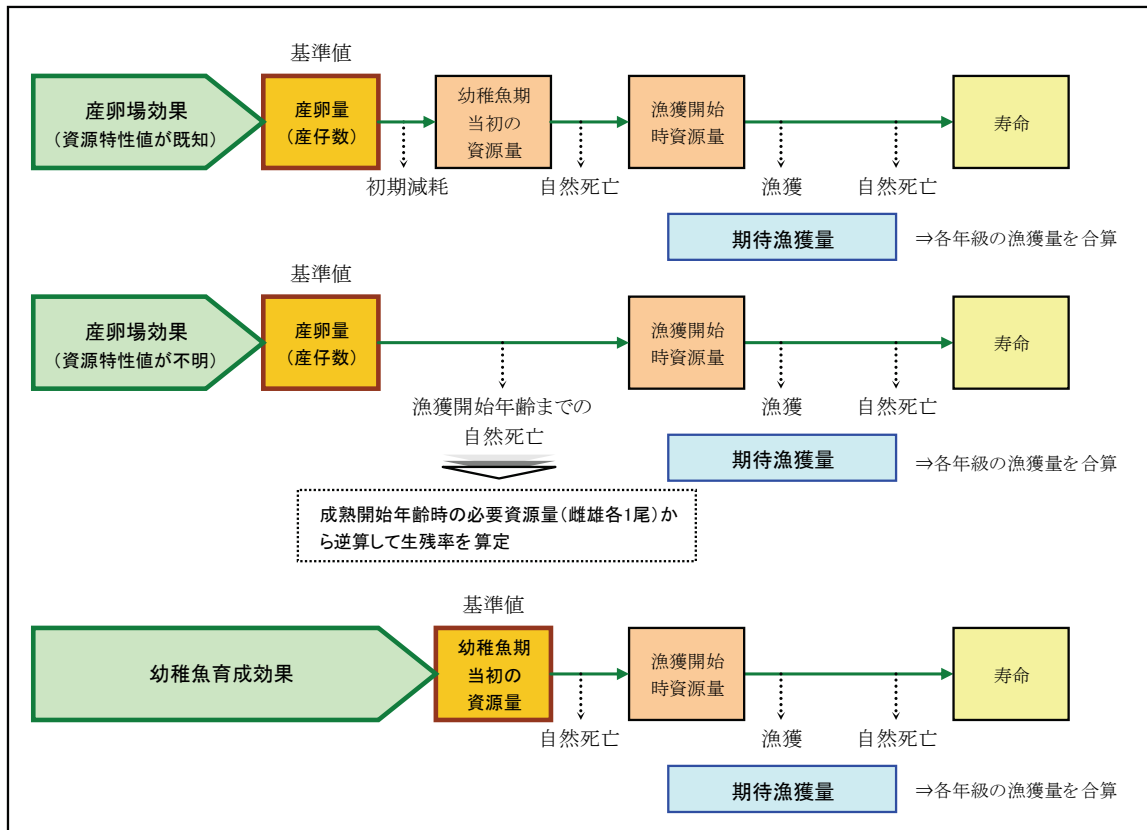


図6 期待漁獲量算定にかかる生残解析の流れ

## 5. おわりに

本稿で報告した人工魚礁の増殖機能による費用便益分析算定手法は、水産庁より「水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン」として、現行の便益記算定手法に追加され、平成21年4月に公表された。

このことにより、今後の人工魚礁整備の評価は、幅広い視点で評価が可能となるが、便益手法の具体的な

適用に当たっては、使用するデータのより一層の信頼性向上が必要不可欠となる。

このため、事業に向けての現地調査(潜水調査等)の実施は勿論のこと、効率的な事業推進に対応するため、海域単位での有用魚種の資源特性値の蓄積等が必要と考えられる。

また、人工魚礁の効果には、図-1に示した効果の他に、人工魚礁設置後時間の経過とともに生物が付着(以

降、付着生物とする)し、付着生物を蝟集した魚類が摂餌することによる魚類の成長(体重増加量)があげられる。

しかし、標本船等の調査結果は、魚礁で付着生物を摂餌し成長した魚も含めて漁獲されていると考えられる。

このため、便益の二重計上回避の観点から、付着生物による魚類の成長については、費用便益分析の効果の対象としないこととしている。

今後は、現時点で効果の対象としなかった付着生物の効果の再検証も踏まえ、人工魚礁の効果のさらなる貨幣化に向けての検討が必要と考えている。

## 謝辞

本稿で報告した人工魚礁の増殖機能による費用便益分析算定手法は、水産庁水産基盤整備調査委託事業「水産基盤整備事業の費用対効果分析基礎調査」の一部を報告したものであり、算定手法の開発に当り、同事業で設置した検討委員会においてご指導を頂いた元財団法人海外漁業協力財団技術顧問安永委員長をはじめ検

討委員会委員の方々に、ここに記して深謝申し上げる。

## 参考文献

- 1) 水産庁漁港漁場整備部：水産基盤整備事業費用対効果分析のガイドライン(暫定版)，2002。
- 2) 伊藤靖・中野喜央・藤澤真也：人工魚礁およびその周辺における小型動物の分布－漁場施設の魚類増殖効果に関する研究-I，水産工学，45(2)，pp.101-110，2008。
- 3) 伊藤靖・中野喜央・藤澤真也：人工魚礁におけるマコガレイの分布と食性－漁場施設の魚類増殖効果に関する研究-II，水産工学，45(2)，pp.129-138，2008。
- 4) 伊藤靖・中野喜央・藤澤真也：人工魚礁の蝟集魚類と摂餌生態－漁場施設の魚類増殖効果に関する研究-III，水産工学，45(3)，pp.195-206，2009。
- 5) 水産庁資源生産推進部整備課：沿岸漁場整備開発事業費用対効果分析の手引き，2000。
- 6) 水産庁監修：沿岸漁場整備開発事業 人工魚礁漁場造成計画指針，2000。