

事例 1 : サンゴ礁の生態的サービス (UNEP-WCMC)

ミレニアム・エコシステム・アセスメント (Millennium Ecosystem Assessment : 生態系に関する科学的なアセスメントを実施して各国政府などに情報提供するため、国連の呼びかけで 2001 年に発足した世界的プロジェクト) では、生態的サービスとして、以下の 4 項目を定めている。UNEP-WCMC (2006) は、これらについて、サンゴ礁及びマングローブの生態的サービスを表 2 のとおり示している。

- 調整 ー例) 護岸、水質保全 Regulating – e.g. protection of shorelines, water quality maintenance
- 供給 ー例) 食料、薬、建築材料 Provisioning – e.g. food, medicines, construction materials
- 文化 ー例) 観光業、信仰 Cultural – e.g. tourism, spiritual beliefs
- 補助 ー例) 基本的生命補助システムの維持 Supporting – e.g. maintenance of basic life support systems

表 1. サンゴ礁及びマングローブの生態的サービス。UNEP-WCMC (2006)より引用・和訳。

エコシステムサービス Ecosystem service	サンゴ礁 Coral reefs	マングローブ Mangroves
調整 REGULATING	高潮・波の被害からの海岸・海岸線の保護 Protection of beaches and coastlines from storm surges and waves 海岸浸食の減少 Reduction of beach erosion 海岸・島嶼の形成 Formation of beaches and islands	高潮・波・洪水の被害からの海岸・海岸線の保護 Protection of beaches and coastlines from storm surges, waves and floods 海岸浸食・土壌侵食の減少 Reduction of soil erosion 沈殿物を捕えることによる土地の安定 Stabilization of land by trapping sediments 水質保全 Water quality maintenance 気候調整 Climate regulation
供給 PROVISIONING	自給および商業漁業 Subsistence and commercial fisheries 鑑賞用魚類・無脊椎動物の取引 Fish and invertebrates for the ornamental aquarium trade 製剤用 Pharmaceutical products 建築資材 Building materials 装飾品等 Jewelry and other decoration	自給および商業漁業 Subsistence and commercial fisheries 水産養殖業 Aquaculture 蜂蜜 Honey 薪炭材 Fuelwood 建築資材 Building materials 伝統的な薬 Traditional medicines
文化 CULTURAL	環境業・レクリエーション Tourism and recreation 精神的・景観の評価 Spiritual and aesthetic appreciation	環境業・レクリエーション Tourism and recreation 精神的ー神聖な場所 Spiritual – sacred sites
補助 SUPPORTING	養分循環 Cycling of nutrients 幼魚等の生息域 Nursery habitats	養分循環 Cycling of nutrients 幼魚等の生息域 Nursery habitats

事例 2 : ハワイのサンゴ礁の経済的評価

表 2. サンゴ礁生態系的全経済価値 (Total economic value) の内訳。Cesar *et al* (2002)より引用・翻訳。

全経済価値 Total Economic Value (TEV)		
利用価値 Use values		非利用価値 Non-use values
直接的利用価値 Direct use values	間接的利用価値 Indirect use values	遺産・選択・存在価値 Bequest, option and existence values
直接的に消費される生産高／サービス <i>Outputs/ services that can be consumed directly</i> ● 収奪的 (漁業、海洋牧場、観賞用取引、薬) Extractive (capture fisheries, mariculture, aquarium trade, pharmaceutical) ● 非収奪的 (観光業／レクリエーション、研究／教育、景観) Tourism/ recreation, research/ education, aesthetic)	間接的に享受される機能的利益 <i>Functional benefits enjoyed indirectly</i> ● 海鳥、亀、漁業への生物学的サポート Biological support to sea bird, turtle, fisheries ● その他の沿岸生態系、海岸線、航行への物理的な保護 Physical protection to other coastal ecosystems, coastline, navigation ● 炭素固定による地球規模の生命サポート Global life-support in terms of carbon storage	期待される新たな情報及びモラルの点から、将来的な利用に価値のある機能 <i>Functions that value either the future use, expected new information and based on moral convictions</i> ● 絶滅危惧及びカリスマ性のある種 Endangered and charismatic species ● 絶滅の恐れのあるリーフ生息域 Threatened reef habitats ● 美しいリーフ景観 Aesthetic reefscape ● 伝統的な利用に関連する生活様式 'Way of life' linked to traditional use

表 3. サンゴ礁の生態的サービスに用いられる評価手法の一覧。Cesar *et al* (2002)より引用・翻訳。

評価手法 Technique	生態的サービス Goods and services
直接的に適用される市場技術 Directly applicable market techniques 収入の減少/人的資本法 Loss of earnings/ Human capital approach (HC) 生産高変化/生産物の効果 Change in productivity/ Effect of production (EoP) 危機にある資産 (家、インフラストラクチャー、土地) Stock (houses, infrastructure, land) at Risk (SaR) 防止支出 Preventive expenditures (PE) 補償金支払 Compensation payments (CP)	観光業／レクリエーション Tourism/ recreation 漁業／装飾用／観光業 Fisheries/ ornamental use/ tourism 護岸 Coastal protection 護岸 Coastal protection 漁業 Fisheries
顕示選好技術 Revealed preference techniques 取替費用 Replacement costs (RP) 旅行費用法 Travel-cost approach (TC) 不動産価値法 Property-value and other land-value approaches (PV)	護岸 Coastal protection 観光業／レクリエーション Tourism/ recreation 護岸 Coastal protection
定型選好技術 Stated preference techniques 仮想評価手法 Contingent valuation methods (CVM)	文化的サービス等、生物多様性 Cultural services, etc. biodiversity

表 4. Cesar et al. (2002)がハワイにおけるサンゴ礁の総経済価値 (Total economic value) を試算する際に用いたモデルの評価価値及び収集データ。Cesar et al. (2002)より作成。

要素	評価価値・指標	データ	備考
1. 生態的な価値 Ecological module	生態的衰退要因 Ecological threats	<ul style="list-style-type: none"> ● 土砂 (Sedimentation) ● 栄養塩 (Nutrients) ● 物理的破壊 (Physical destruction) ● 漁業 (Fishing) 	サンゴ礁の生態的評価のためのモデル : SCREAM (Simple Coral Reef Ecological Economic Model)を開発。
	生態的指標 Ecological indicators	<ul style="list-style-type: none"> ● サンゴ被度 (Coral cover) ● サンゴの多様性 (Coral biodiversity) ● 魚種資源 (Fish stock) ● 魚の多様性 (Fish biodiversity) ● 海藻被度 (Algae cover) 	
2. 観光の価値 Tourist module		● ダイバー/スノーケラーの直接(間接)支出 ((In)direct expenditures snorkellers/divers)	生産者余剰/消費者余剰による補正
		● ダイバー/スノーケラー数 (Number of snorkellers/divers)	
		● ダイバー/スノーケラー消費者余剰 (Consumer surplus snorkellers/divers)	
3. 居住の価値 Amenity module	分譲アパートの価値 Condo value	● 分譲アパートの数 (Number of condo's)	
		● 余剰分譲アパートの価値 (Surplus condo value)	
	● (Surplus loss condo value)	海藻の繁茂による景観悪化(例: North Kihei)による負の影響	
	● (Occupancy loss condo's)		
部屋の価値 Room value	● (Occupancy loss room)		
	● (Surplus loss room rate)		
4. 漁業の価値 Fisheries module	漁業の商業的価値 Fishing value commercial	<ul style="list-style-type: none"> ● 漁業操業コスト (Fishing costs) ● サンゴ礁への依存度 (Coral reef dependency) ● 漁獲量 (Fish catch) ● 魚価 (Fish price) 	漁獲量は、海洋保護区 (MPA) の管理効果 (漁獲制限、スピルオーバー効果) を反映
	漁業の観光価値 Fishing value recreational		
	漁業の自給的価値 Fishing value subsistence		
	漁業の水族館における価値 Fishing value aquarium		
5. 生物多様性の価値 Biodiversity module	存在価値 Existence value	<ul style="list-style-type: none"> ● 住民・観光客数 (Number of residents and tourists) ● 住民・観光客の支払意志額 (WTP of residents and tourists) 	
	研究価値 Scientific value	● 研究費(関連研究機関における年間研究費) (Research programmes)	
	生物資源調査価値 Bioprospecting value	<ul style="list-style-type: none"> ● 発見の可能性 (Probability of discovery) ● 発見の潜在的価値 (Potential value of discovery) 	
その他		● サンゴ礁の状況	
		● サンゴ礁保全状況	
		●	

事例 3 : フィジーにおけるサンゴ礁の経済評価

表 5. サンゴ礁の生態的サービスに用いられる評価手法の一覧。O'Garra (2007)より引用・翻訳。

サンゴ礁とマングローブの利用法 Use of coral reefs and mangroves	評価手法 Valuation techniques
直接的収奪利用 Direct extractive uses 漁業（食用・鑑賞用） Fisheries (food or aquarium) サンゴ生体・岩の取引 Live coral & live rock trade 材木・薪炭材（マングローブ・サンゴ礁沿岸林） Timber/ firewood (mangrove and coastal littoral forest)	生産高法 Production approach 生産高法 Production approach 生産高法 Production approach
直接的非収奪利用 Direct non-extractive uses 観光業（消費者余剰） Tourism (consumer surplus) 観光業（生産者余剰） Tourism (producer surplus) 教育・研究 Education & research	仮想評価手法、旅行費用法、ヘドニック法 CV, TC or HP 生産高法 Production approach 生産高法（研究支出額）、仮定的評価法 Production approach (expenditure on research) or CV
間接的利用 Indirect uses 護岸 Coastal protection 廃棄物吸収 Waste assimilation 生物学的便益（養魚の生息域等） Biological support (e.g. nurseries for fish) 炭素吸収 Carbon sequestration	ダメージコスト、取替費用法 Damage Cost or Replacement Cost approach 生産高法、取替費用法 Production approach or Replacement Cost 生産高法 Production approach 生産高法またはその他の定型選好手法 Production approach or other Stated Preference approach
選択枝・準選択枝価値 Option and quasi-option values 非利用価値 Non-use values 存在価値 Existence 遺産 Bequest	仮想評価手法、関連慈善事業への既存の寄付額 CV or existing donations to relevant charities 仮想評価手法、関連慈善事業への既存の寄付額 CV or existing donations to relevant charities

注：CV=Contingent Valuation; TC= Travel Cost method; HP= Hedonic Pricing

事例 4 : 日本のサンゴ礁の経済評価

● 事例 4 - 1. 日本全体のサンゴ礁の経済評価額

表 6. 各地域・国におけるサンゴ礁の潜在的価値及び純現在価値 (NPV) (単位: 100 万米ドル)。Cesar (2003) より引用・翻訳。日本、米国、オーストラリアの 3 カ国の評価値は Cesar et al. (2002) がハワイで行った総経済価値の値を基に算出されたもので、その他の国や地域は Burke et al. (2002) で算出されたものである。

	東南アジア	カリブ海	インド洋	太平洋	日本	アメリカ	オーストラリア	世界
サンゴ礁面積 (km ²)	89,000	19,000	54,000	67,000	3,000	3,000	49,000	284,000
漁業	2,281	391	969	1,060	89	70	858	5,718
沿岸保護	5,047	720	1,595	579	268	172	629	9,009
観光・レクリエーション	4,872	663	1,408	269	779	483	1,147	9,621
生態的価値	458	79	199	172	529	401	3,645	5,483
全体	12,658	1,853	4,171	2,079	1,665	1,126	6,278	29,830
NPV (3%)	338,348	49,527	111,484	55,584	44,500	30,097	167,819	797,359

● 事例 4 - 2. 沖縄県全体の経済評価額

表 7. 仮想評価法 (CVM) を用いて算出した沖縄におけるサンゴ礁の生態系及び景観の経済的評価額 (単位: 億円)。呉 (2004) より引用・翻訳。

	世帯数	慶良間諸島	恩納村	那覇市
沖縄県全体	468,830	50.5	57.2	32.7
観光客	1,810,674.2	194.9	221.1	126.4
合計	2,279,504	245.3	278.3	159.2
全国	46,782,000	5,034.9	5,711.6	3,266.3

● 事例 4 - 3. 座間味全体の経済評価額

田村 (2006) は、仮想評価法 (CVM) により算出された阿嘉島周辺海域のサンゴ礁の観光資源としての価値は約 7000 万円、座間味全体で年間約 2 億円以上と推定された。

各評価手法の簡単な説明

人的資本法 Human capital approach (HC)	所得損失額が、人が死亡した場合の経済的なコストを計算するのに用いられる場合の手法。ある人が本来なら得ることができたはずの所得の現在価値を用いて個人の生命の価値を評価する (Dixon 1998)。
生産高変化法 Change-in-productivity approaches	サービスの市場価格を利用するアプローチ。プロジェクトによって環境が変化した場合の生産高の変化を用いる。(Dixon 1998)
防止支出法 Preventive expenditures (PE)	損害の発生を回避するためにかかる直接費用を検討するもの (Dixon 1998)。
取替費用法 Replacement costs (RP)	仮に、環境が傷ついたり破壊された場合に、それらの環境サービスを回復させるためにかかるコストを算出する (Dixon 1998)。
旅行費用法 Travel-cost approach (TC)	訪問者が支払った旅行費用から対象地の価値を推定する (JICA 2005)。
不動産価値法 Property-value and other land-value approaches (PV)	不動産の価値を値段のない環境財に帰属させて環境を評価する (例えば住宅の価格と騒音の関係など、資産価値と環境要素の関連から評価する) (Dixon 1998, JICA 2005)。
仮想評価手法 Contingent valuation methods (CVM)	支払意志額により、環境保全などの非市場財の貨幣価値を推定する方法。総価値は1人あたりあるいは1家族あたりの支払意志額に対象地域とした住民/家族総数を乗じて求める。(JICA 2005)。
ヘドニック評価法 Hedonic Pricing (HP)	市場価格に直接影響する環境サービスを評価する (JICA 2005)。不動産価値法、および労働差異法が含まれる。労働差異法では、病気になったり死亡したりするリスクの大きさによって決められる労働の差を一つの情報として用いる。(Dixon 1998)
生産高法 Productivity approach	

引用文献

- Burke L, Selig E, Spalding M (2002) Reefs at Risk in Southeast Asia, World Resources Institute, Washington DC.
- Cesar H, Burke L and Pet-Soede L (2003) The economics of worldwide coral reef degradation. WWF and ICRAN, 24pp
- Cesar H, Beukering P, Pintz S, Dierking J (2002) Economic valuation of the coral reefs of Hawaii. Final report to National Oceanic and Atmospheric Administration Coastal Ocean Program. 144pp
- Dixon J, Scula LF, Carpenter RA and Sherman PB (1998) 新・環境はいくらか. 環境経済評価研究会 (訳). 築地書館株式会社. 228pp
- O'Garra (2007) Estimating the total economic value (TEV) of the Navakavu LMMA (Locally Managed Marine Area) in Vitu Levu island (Fiji). 138pp
- UNEP-WCMC (2006) In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs. UNEP-WCMC, Cambridge, UK, 33pp
- 国際協力機構, 国際協力総合研究所 (2005) 保護区と地域住民の共生—エコシステムアプローチによる生態系保全と保護区管理の統合—. 151pp
- 呉錫畢 (2004) 沖縄サンゴ礁の経済分析. 商経論集, 沖縄国際大学, 32 (2) : 35-34
- 田村實 (2006) 阿嘉島周辺海域におけるさんご礁の社会経済的価値. 日本サンゴ礁学会第9回大会講演要旨集, 61
- 水産庁 (2003) 多面的機能評価等にかかる調査等報告書
- 三菱総合研究所 (2001) 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

事例6： 森林の有する多面的機能評価

三菱総合研究所（2001）は、「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」の中で、森林の多面適機能及びその評価について以下を示している。

表9. 森林の多面的機能の一覧。三菱総合研究所（2001）より引用。

<p>① 生物多様性保全</p> <p>遺伝子保全 生物種保全 植物種保全 動物種保全（鳥獣保護） 菌類保全 生態系保全 河川生態系保全 沿岸生態系保全（魚つき）</p> <p>② 地球環境保全</p> <p>地球温暖化の緩和 <input type="checkbox"/>二酸化炭素吸収 <input type="checkbox"/>化石燃料代替エネルギー 地球気候システムの安定化</p> <p>③ 土砂災害防止機能／土壤保全機能</p> <p><input type="checkbox"/>表面侵食防止 <input type="checkbox"/>表層崩壊防止</p> <p>その他の土砂災害防止 落石防止 土石流発生防止・停止促進 飛砂防止 土砂流出防止 土壤保全（森林の生産力維持） その他の自然災害防止機能 雪崩防止 防風 防雪</p>	<p>防潮など</p> <p>④ 水源涵養機能</p> <p><input type="checkbox"/>洪水緩和 <input type="checkbox"/>水資源貯留 水量調節 <input type="checkbox"/>水質浄化</p> <p>⑤ 快適環境形成機能</p> <p>気候緩和 夏の気温低下（と冬の気温上昇） 木陰 大気浄化 塵埃吸着 汚染物質吸収 快適生活環境形成 騒音防止 アメニティ</p> <p>⑥ 保健・レクリエーション機能</p> <p>療養 リハビリテーション <input type="checkbox"/>保養 休養（休息・リフレッシュ） 散策 森林浴 レクリエーション 行楽 スポーツ つり</p>	<p>⑦ 文化機能</p> <p>景観（ランドスケープ）・風致 学習・教育 生産・労働体験の場 自然認識・自然とのふれあい 芸術 宗教・祭礼 伝統文化 地域の多様性維持（風土形成）</p> <p>⑧ 物質生産機能</p> <p>木材 燃料材 建築材 木製品原料 パルプ原料 食糧 肥料 飼料 薬品その他の工業原料 緑化材料 観賞用植物 工芸材料</p>
--	---	--

※ で示した機能は貨幣評価されたものを示している。

表 1 0. 森林の多面的機能の種類、評価額及び評価方法。三菱総合研究所（2001）より引用。

機能の種類と評価額	評価方法
二酸化炭素吸収 1 兆 2,391 億円/年	森林バイオマスの増量から二酸化炭素吸収量を算出し、石炭火力発電所における二酸化炭素回収コストで評価（代替法）
化石燃料代替 2,261 億円/年	木造住宅が、すべて RC 造・鉄骨プレハブで建設された場合に増加する炭素放出量を上記二酸化炭素回収コストで評価（代替法）
表面浸食防止 28 兆 2,565 億円/年	有林地と無林地の侵食土砂量の差（表面浸食防止量）を堰堤の建設費で評価（代替法）
表層崩壊防止 8 兆 4,421 億円/年	有林地と無林地の崩壊面積の差（崩壊軽減面積）を山腹工事費用で評価（代替法）
洪水緩和 6 兆 4,686 億円/年	森林と裸地との比較において 100 年確率雨量に対する流量調節量を治水ダムの減価償却費及び年間維持費で評価（代替法）
水資源貯留 8 兆 7,407 億円/年	森林への降水量と蒸発散量から水資源貯留量を算出し、これを利水ダムの減価償却費及び年間維持費で評価（代替法）
水質浄化 14 兆 6,361 億円/年	生活用水相当分については水道代で、これ以外は中水程度の水質が必要として雨水処理施設の減価償却費及び年間維持費で評価（代替法）
保健・レクリエーション 2 兆 2,546 億円/年 *機能のごく一部を対象とした試算である。	我が国の自然風景を鑑賞することを目的とした旅行費用により評価（家計支出（旅行用））