

生産機能と環境機能を備える人工的な自然の 多面的評価に関する研究 一 棚田と人工林におけるケーススタディー

高田 美沙¹・谷川 寛樹²・楠田 哲也³

¹学生会員 和歌山大学 環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷930番地)

E-mail:s084036@sys.wakayama-u.ac.jp

²正会員 和歌山大学助教授 環境システム学科 (〒640-8510 和歌山市栄谷930番地)

E-mail:tanikawa@sys.wakayama-u.ac.jp

³正会員 北九州市立大学大学院教授 国際環境工学研究科 (〒808-0135 北九州施若松区ひびきの1-1)

E-mail:kusuda@env.kitakyu-u.ac.jp

天然と思われている自然でも、実際には人の手が加わり維持されている自然を人工的な自然とする。棚田や人工林、竹林などが例としてあげられる。現代において、人工的な自然には、食料やエネルギーの供給以外に、美しい景観や環境機能に注目が集まっているが、環境機能の維持はすなわち生産機能の維持であり、維持のためには現代の社会的価値では大きなマイナス面があることを勘案しなければならない。そこで本研究では、棚田と人工林をケーススタディとし、環境機能に主眼が置かれがちな保全活動を再度検討するためのデータの収集と指標の作成を行い、さらにレーダーチャートにより視覚的に示した。その結果、単位面積あたりの労働時間は棚田でアメリカの42倍、人工林でスウェーデンの14倍となり、環境インパクトについては、棚田ではアメリカが2倍の施肥量、人工林ではスウェーデンが45倍の輸送にかかるエネルギーとなった。

Key Words : *environmental function, indicators, artificial nature, terraced paddy field, planted forest*

1. 研究背景と目的

普段は自然環境と思われている森や川、海でも、実際には人の手によってその環境が保たれているものは少なくない。それらの自然は、様々な環境機能を持ち、我々にサービスを与えてくれている。例えば、人工林や棚田、牧草地などは、人工的な自然であり、食料やエネルギーの源になってきた。近年では、経済原理により生産価格と販売価格のバランスがとれなくなった人工的な自然は、本来の生産機能を維持することが難しくなっている。自国での生産能力は衰え、海外からの輸入に依存が拡大している。そのため、人工的な自然では本来の生産機能ではなく、美しい景観や環境機能に注目が集まり、それらの維持を主目的とした活動が行われている。しかし、副次的な景観保持や環境機能の維持に向けた保護活動では、本来の生産機能を考慮しない場合、

経済的に自立しにくい。地球全体での環境負荷低減や我が国の持続可能性を考慮した場合、木材でも食料でも国内での自給率を高め、地産地消の原理に沿う需給方法が良いことは自明である。人工的な自然を本来かかる手間やそれによる生産能力を考慮し、環境面や経済面の評価を行っていくことが重要である。

本研究では、人工的な自然の維持に関して評価を行うため、“棚田における稲作”と“人工林における木材生産活動”をケーススタディとして取り上げる。環境機能に主眼がおかれがちな保全活動を再度検討するためのデータの収集と指標の作成・提示を行うことを目的とする。指標の作成には、「手間」「経済性」「環境インパクト」の三つの視点から、生産コスト、労働時間、労働人数、施肥量などを調査・推計する。これらの指標により、生産機能・環境機能を維持するために必要な

エネルギーと手間の大きさについて考察する。比較のために、棚田においては日本の平均的な平地水田による稲作およびアメリカの大規模稲作について、人工林においてはスウェーデンの林業について、同様の推計を行い、視覚的なレーダーチャートを用いた指標群の構築を行う。

2. 棚田におけるケーススタディ

(1) 棚田の定義と現状

棚田の定義は、傾斜 1/20 以上の土地にある水田¹⁾である。棚田は、個々の田圃の面積が小さく、大型の機械を使用するのが不可能な場合が多く、生産の場としての機能は低いうえ、高齢化などの労働力不足から耕作放棄が進んでいる。棚田を保全するために、近年では政府による直接補償制度や、棚田をグリーンツーリズムの場として位置づけ、オーナー制度を導入するなどの保全活動が行われている。表-1 に見直されつつある棚田の多面的機能の一覧を示す。

しかし、このまま棚田の耕作放棄が進めば、水田面積の約 8% を占める棚田の生産機能が失われる。すなわち、日本で生産されている米の約 8% にあた

表-1 棚田の環境機能

環境機能	保水・洪水調節機能	棚田は大部分が河川水やため池を水源とする灌漑施設を有している。このことから、自然の河川であればすぐに流下する川の流れを迂回・滞留させる働きがある。
	水資源涵養機能	降った雨水をいったん蓄え、すぐに川に流出することを防いでくれることから、雨水の地下浸透を助け、下流域での地下水を豊かにし、水資源として活用できるようにする。
	土壌浸食防止機能	畦で囲まれているため、灌漑期には雨滴は直接土壌を攪乱することなく貯留され、非灌漑期には一時的に雨滴が土壌を攪乱してもやがて水は貯留され、排水路網を通して流出される。
	生態系の保全	棚田には様々な生物が生息している。
景観・保養空間としての機能		棚田景観は見る人に安らぎを与えてくれる。自然活動や余暇活動、グリーンツーリズム等の人気スポットになっている。

表-2 無農薬、低農薬米の栽培基準

有機栽培農産物 (無農薬)	有機JAS規格をクリアし、さらにそれより厳しい規格である「おかやま有機無農薬農作物の基準」に沿って栽培した米。 化学肥料・農薬を一切使用しない栽培方法。
特別栽培農産物 (低農薬)	化学肥料と農薬の使用を抑えた栽培方法。 殺虫剤、殺菌剤は使用せず、除草剤の一回のみの使用。化学肥料の使用は標準の栽培方法の半分以下とする。

る、約 70 万 t の収穫量が年間に失われる。現在米の自給率は主食用では 100% であることが図-1 からわかるが、棚田で生産されている 70 万 t が失われると、自給率が低下するのは明らかである。日本国内で米の供給を維持していくためにも、棚田での生産は必要不可欠である。

岡山県久米郡久米南町の棚田：日本の棚田百選にも選出され、本研究に必要なデータを提供して頂いた岡山県久米郡久米南町の上叡地域を棚田の代表として取り上げた。農作物の付加価値の向上のため、有機栽培農産物（以下、無農薬米）や特別栽培農産物（以下、低農薬米）の生産等、地域資源を活用し、化学肥料や農薬に依存しない農産物の生産に力を注いでいる。それぞれの栽培基準を表-2 に示す。上叡棚田のデータは、叡村セーフティライス倶楽部²⁾の農家よりヒヤリング調査を行い、データを収集した。

(2) 解析結果

日本における平均的な平地水田による稲作のデータは、農林水産省の米及び麦類の生産費³⁾より引用したものである。また、アメリカの大規模稲作に関するデータはUSDA（米国農務省）⁴⁾の統計からの引用である。生産費に関しては、生産物である

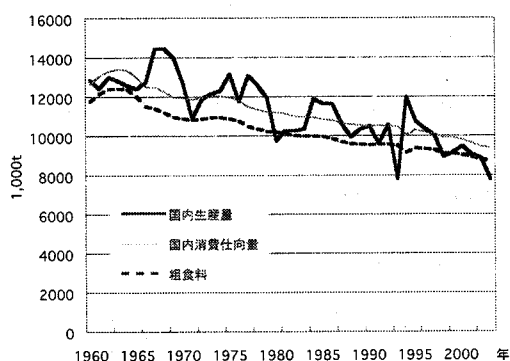


図-1 米の生産量と需要量の推移

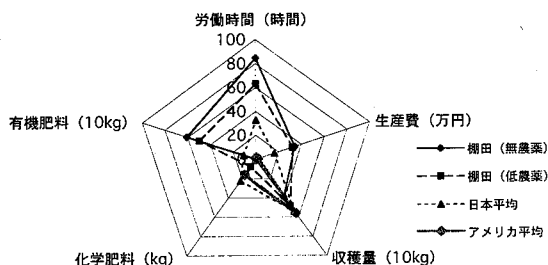


図-2 稲作における指標群

「粳」を「玄米」に換算するため、日本の通常の換算率である0.8を使用した。アメリカにおける労働時間は、その作業別労働時間が公表されていないため、合計のみの数値である。稲作の生産形態による諸値の比較を行うため、レーダーチャートとして視覚化させた指標群を図-2に示す。

(3) 考察

図-2より、棚田、日本平均、アメリカ平均の10a当たりの収穫量に大きな差は見られないが、棚田における生産費は日本平均の約2倍、アメリカ平均の約20倍に及ぶことがわかる。これは労働時間に大きな差があることと関連し、労働費が多かることに影響している。棚田（低農薬）における米生産に必要な労働力は日本平均の約2倍、アメリカ平均の約42倍、無農薬米の生産においては、日本平均の約3倍、アメリカ平均の約57倍にもなる。これは、無農薬、低農薬の栽培を行う上で、除草剤等の農薬を使用しないことから、除草にかかる時間が多くなることや、棚田特有の大きな畦の草刈り等の管理に時間がかかることが原因としてあげられる。有機肥料の施肥量に関しては、棚田での米生産に多く使用されているが、化学肥料においては日本平均がもっとも大きい値をとることがわかる。以上のような結果から、化学肥料をほとんど使用しない棚田米の生産には多大な労働力とコストが必要であることが視覚的にも明らかになった。棚田による稲作生産を保全する際には、美しい風景や環境機能の保持と言ったプラス面と引換に、現代の社会的価値では大きなマイナス面があることを勘案せねばならない。

3. 人工林におけるケーススタディ

(1) 林業の現状

日本の林業経営者数の85%以上を占めるのは比較的小規模な林家である。林家では、高齢化や不在村化、後継者問題により、自ら林業施業や経営ができない林家が増加している。一方で、戦後から昭和40年代半ばまで盛んに造成された人工林は、現在、主伐可能な時期を迎えつつある。(図-3)これまでの造成を基軸とするものから、森林を健全な状態に保ちながら、その持続的利用を進める段階に移りつつある。つまり、蓄積はあるにもかかわらず、手入れされない、手入れが行き届かない人工林が増加し、生産活動ができてない現状であ

る。1950年代から見てみると、木材の需給量は増加しているが、現在の日本の木材の自給率は約20%程度と低下し続けている。(図-4)将来的にこのまま外国に依存し続けることは、日本の人工林のもつ生産機能とともに、環境機能もどんどん低下させてしまう。加用らの研究⁵⁾から、森林の蓄積を維持しながらの年間供給可能量は1億437万m³である。現在日本で年間に消費される木材は、1億m³前後であり、供給可能であるといえる。ただし、京都議定書の目標達成のために、森林による炭素

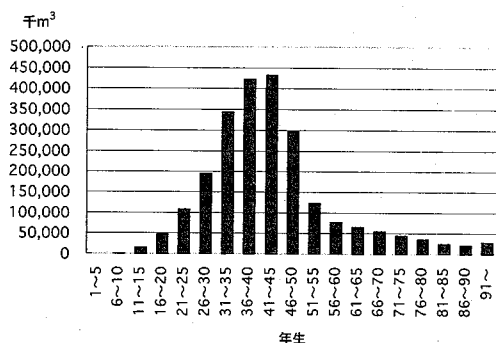


図-3 年性別の人工林蓄積

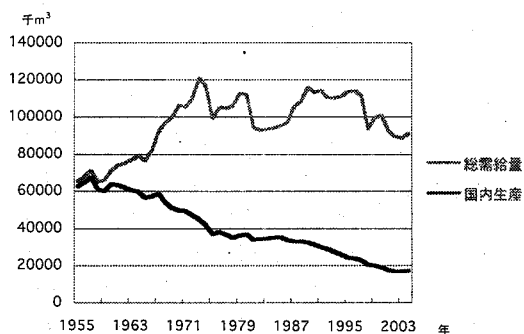


図-4 国内需給量と生産量の推移

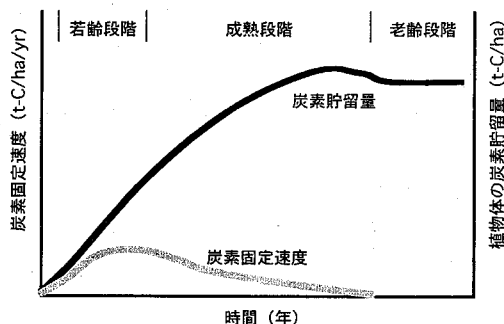


図-5 天然林の発達段階に応じた炭素吸収速度と炭素貯留量のモデル(参考文献6))

吸収目標を考慮しなければならない。その目標値は 1,300 万 t-C/年であり、森林蓄積の維持を考慮するだけでは達成できないとしている。しかし、図-5⁶⁾より、若齢段階（10～50 年）の方が炭素固定速度は大きいので、伐採した土地に再び造林するとすれば、これまでより多くの炭素を吸収可能であり、約 1 億 m³/年の木材も供給可能である。

一方、近年では人工林の持つ環境機能に注目が集まり、環境機能を維持するために、人工林を健全な状態に保とうとする動きがある。そこで、林野庁が国産材の利用を促したり、森林認証の取得により木材に付加価値をつけるといった動きがある。表-3に人工林の環境機能を示す。

表-3 人工林の環境機能

生物多様性	野生動物植物の生息・生育の場となっており、遺伝子や生物種、生態系を保全するという、根源的な機能を持っている。
地球環境保全	二酸化炭素吸収 光合成による二酸化炭素吸収、炭素固定をして、地球の温暖化防止に重要な役割を果たしている。
土砂災害防止機能	表面浸食防止 土砂崩壊防止 下層植生や落枝落葉が地表の浸食を抑制するとともに、根を張り巡らすことにより土砂の崩壊を防いでいる。
水源涵養機能	洪水緩和・ 水資源貯留 森林の土壌が、降水を貯留し、河川へ流れ込む水量を調節して洪水を緩和するとともに、川の流量を安定させる。
保健・レクリエーション機能	水質浄化 雨水が森林土壌を通過することにより、水質が浄化される。 直接的な健康増進効果が得られるほか、行楽やスポーツの場を提供している。

(2)木材生産にかかる投入資源

生産量、生産額、労働人数は FAO の Global Forest Resources Assessment 2005⁷⁾ のデータを用いた。また、輸送エネルギーは、藤原⁸⁾を参考とした。それ以外の日本の平均的な林業に関するデータは農林水産省⁹⁾を、スウェーデンに関しては同国の林業統計 HP¹⁰⁾を参考とした。

棚田の場合と同様に、木材生産における比較を行うため、1,000 m³あたりに換算した値をレーダーチャートとして、図-6に示す。

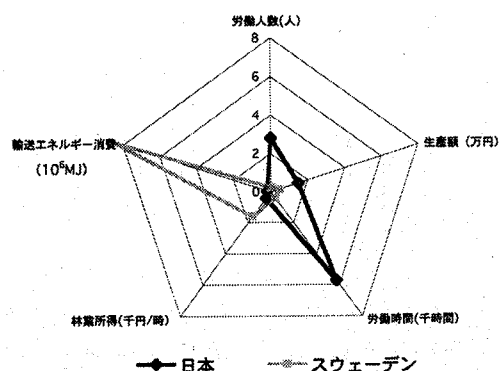


図-6 木材生産における指標群 (1,000m³あたり)

(3)考察

図-6 に示すとおり、木材生産量あたりの日本の労働人数は、スウェーデンの約 11 倍、労働時間は 14 倍であった。生産額においては日本が約 3 倍となる。これは国産材の価格が高いことが原因としてあげられる。外材と比べ国産材が高値の原因としては、生産コストの影響が考えられる。特に人件費が高いことが、価格に影響している。しかし、製材における実質価格^{9) 11)}は 1970 年代と比べて、スギ正角で約 70%、ヒノキ正角で約 60%となっている(図-7)。外材との競争のために価格を下げるが、施業にかかる人件費は高騰していることから、採算がとれない現状を生み出した一因と考えられる。国産材の価格は安くなる傾向にあり、消費量は伸びていない。その原因としては、日本の林業は小規模な林家が中心となっているため、品質・性能の明確な製品の供給量が少ない上、多段階かつ多様な加工・流通構造等により、丸太や製品のロット(まとまり)が小さく、安定した供給を望むユーザーとしては高コスト・高リスクがあげら

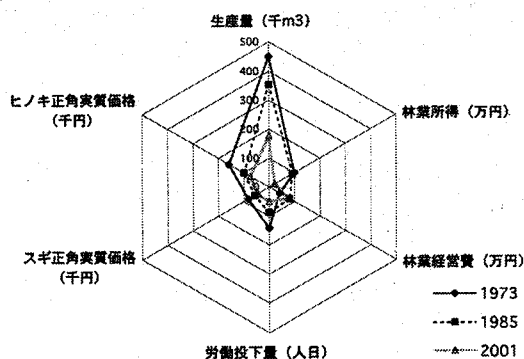


図-7 林業における経年変化

れる。林業による賃金がスウェーデンでは日本の約 4 倍となっていることから、労働時間が 14 倍であることと比較して、日本の林業の採算性が低いことがわかる。一方、図-4 から分かるように、日本での外材消費が増加している。日本へ輸送する際のエネルギーが国産材の約 45 倍と大きな環境インパクトを与えているといえる。

以上のことから、手間や経済性の面から考えると、外材の方が国産材を生産するよりメリットが

あることが明らかとなった。しかし、安い外材を利用することは、輸送エネルギーだけでなく、生産国での土地改変などといった環境インパクトを発生させていることを考慮する必要がある。

4. まとめと今後の課題

美しい景観や環境機能の維持のために生産機能を維持するための諸指標について整備を行った。手間や生産性を表す労働時間の指標では、棚田においても人工林においても、日本での生産活動のが 40 倍（棚田）や 14 倍（人工林）となり、外国での生産活動より多くの手間がかかっていることが明らかになった。また、環境インパクトを表す施肥量（化学肥料）と輸送にかかるエネルギーの指標は棚田／人工林とも、外国産が大きな数値をとることから、自国での生産活動の方が環境インパクトは小さくなることが明らかになった。

環境保全面だけでなく人工的な自然の持つ本来の機能を十分に発揮させることが、美しい景観や環境機能の維持に繋がることを理解し、本来の機能を維持するためには経済的な自立が要因となり、自立のためには手間や経済性でのリスクがあることを考慮しなければならない。

今後の課題は以下の通りである。

- (1) 人工的な自然を維持していくために、必要な対策や制度、人々の負担について定量化を行う必要がある。例えば、イギリスのナショナルトラストのような会員制／入場料制の導入や、森林環境税などの環境保全負担金についての検討を行う。
- (2) 国内産品の購買について環境インパクトの低減化を定量化し、日本の持続可能性や国内環境機能の維持への貢献について評価を行う。

- (3) 多くの観点からの検討に耐えうる指標群の作成を行うため、「手間」「経済性」「環境インパクト」以外の視点として、景観、環境機能などの評価項目を加える。

- (4) 人工林においては、今回はスウェーデンとの比較を行ったが、近年輸入が増加している南洋材などの評価も加えていく。また、竹林や牧草地といったその他の人工的な自然についても評価を行っていく必要がある。

参考文献

- 1) 中島峰広：日本の棚田-保全への取り組み, pp13, 1999.
- 2) 有機農産物生産グループ 初村セーフティライスクラブ <http://momura.web.infoseek.co.jp/>
- 3) 農林水産省：平成 12 年産 米及び麦類の生産費，農林水産省統計表，農林水産省統計部，2002.
- 4) アメリカ農務省（USDA）HP：
<http://www.usda.gov/wps/portal/usdahome>
- 5) 加用千裕・天野耕二・島田幸司：建築分野における木材需給バランスを考慮した炭素収支評価，環境システム研究論文集 vol.33, pp115-124, 2005.
- 6) 藤森隆郎：二酸化炭素問題の現状と森林への期待，森林科学 vol.33, pp.6, 2001.
- 7) FAO:GlobalForestResourcesAssessment2005.
- 8) 藤原敬：循環型社会と輸入木材の輸送過程消費エネルギー―地域材利用促進の一側面―，木材工業，55 巻，2000.
- 9) 農林水産省：林家の林業経営収支，林業経営統計調査，2005.
- 10) スウェーデン林業統計HP：
<http://www.svo.se/fakta/stat/ssi/engelska/>
- 11) 総務省統計局：小売物価統計調査年報（平成 15 年），日本統計協会，2004.

MULTI-INDICATORS FOR EVALUATION OF ARTIFICIAL NATURE -CASE STUDY OF TERRACE PADDY FIELD AND PLANTED CEDAR FOREST-

Misa TAKADA, Hiroki TANIKAWA and Tetsuya KUSUDA

Artificial Nature requires, for environmental protection, continuous human cure, not like real nature, such as terrace paddy fields, planted forests and bamboo forests. Activities for preventing deteriorating Artificial Nature tend to focus on only its beautiful land scape and environmental functions, however, continuous production with full maintenance is indispensability for keeping Artificial Nature. Artificial Nature will be kept existing if the price of products from Artificial Nature and the cost for its maintenance are accepted in our society.

In this paper, indicators for discussing Artificial Nature in some points of view are arranged with radar charts, especially terrace paddy field and planted cedar forest.