

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 8 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B) (特設分野研究)

研究期間：2014～2016

課題番号：26310308

研究課題名(和文) 森里海の連環を基盤とした食料生産機構の解明と地域振興策の検討

研究課題名(英文) Studies of regional development strategies based on agricultural- and fishery-production systems through ecological connectivity from forests to oceans

研究代表者

山下 洋 (Yamashita, Yoh)

京都大学・学内共同利用施設等・教授

研究者番号：60346038

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,500,000円

研究成果の概要(和文)：豊かな森林に恵まれた国東半島を流域とする桂川では、森林土壌由来の栄養塩が河川に供給され、それらが食物網を通して河口域の生物多様性やスズキ稚魚、ニホンウナギの生産に貢献する可能性が示された。森林には、水圏生態系に有害な微細粒子(<30 $\mu$ m)の河川への供給を抑制する効果も認められた。世界農業遺産に認定された国東半島・宇佐地域では、河川下流域でニホンウナギを漁獲するための石倉漁が行われている。ウナギ石倉は河口域に加入する小型ウナギに好適な生息場を提供し、餌料生物を生産する機能をもつとともに、世界農業遺産において地域の文化的景観を保全し人と自然をつなぐ重要な社会的役割を有することがわかった。

研究成果の概要(英文)：Katsura River had high dissolved nutrients mainly from the rich forests in the catchment area. The high nutrients originated from forests were thought to contribute to high biodiversity and high biological production of fishes such as juvenile seabass and Japanese eel through diverse food web structures in the river. Forests also had function to reduce discharge of harmful small particle <30 $\mu$ m to river ecosystems. Local people in the study area which was recognized as the Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) by FAO in 2013 perform a traditional fishery called Ishi-kura fishing method in estuaries. Ishi-kura is an underwater pile of approximately 0.5 tons of stones 20-30 cm in diameter and wild eels dwell inside the pile and caught using nets. We found that Ishikura plays an important cultural role which connects nature and local residents in GIAHS in addition to providing habitats for newly recruited young eels and their prey animals.

研究分野：水圏生態学

キーワード：森里海連環 世界農業遺産 栄養塩 生物多様性 生物生産力 食物網 石倉漁 ニホンウナギ

### 1. 研究開始当初の背景

日本は海に囲まれた森の国である。日本列島に降った雨は森を潤し里を育み、さらに陸域の栄養物質を沿岸域に供給することにより豊かな海の生産を支えている。我が国の農林水産物の生産は、このような水の流れを通した森から海までの物質循環や生態系の健全なつながりによって維持されている。しかし、戦後の高度経済成長期の経済発展を最優先した国土政策により、このような複雑で緻密な生態系の連環が分断され、生物生産と生物多様性の維持に関わる環境の劣化が著しい。例えば、我が国の沿岸漁業漁獲量は 1985 年以降現在までに半減した。しかし、沿岸域の環境改善だけで沿岸域の生物生産力を回復させることは困難であり、流域から沿岸域までを連続する生産系と考え、統合的な環境の修復・管理を検討することが重要である。

大分県国東半島・宇佐地域は、日本最大の蓄積量と言われる国東半島のクヌギ林と河川や灌漑システムが密接に連環し、多様な農林産物と生物多様性を維持していることが評価され、2013年にFAO世界農業遺産(GIAHS)に認定された。我が国の森から海までの健全な生態系の再生と保全のためには、まず、流域と沿岸域の健全なつながりとはどのようなものなのか、その構造と機能を科学的に解明する必要がある。とくに、農林水産業を主体とした人間活動を含めた生態系のつながり、つまり、里山と里海が連続するような場所において、生態学的なメカニズムと調和した人間活動を評価することが重要である。そこで、世界農業遺産に認定された国東半島・宇佐地域において、「森里海の連環を基盤とした食料生産機構の解明」研究を行う。

### 2. 研究の目的

すでにクヌギ林やため池群が、大分県の特産品であるシイタケ生産や水田涵養機能を持つことは大分県により調べられている。本研究では、森林や流域の利用形態が河川や河口域の水産物の生産にどのように影響しているのかについて調べる。また、河川・河口域の生物生産と多様性への貢献を維持し世界農業遺産として評価される農業システムを保全しつつ、国東半島・宇佐地域の振興を図るための政策について、社会科学的観点からの分析を並行して行う。

### 3. 研究の方法

調査フィールドとして、国東半島北西部に位置しクヌギ林を含む森林が豊かな桂川(森林率77%、クヌギ林率12%、農地率18%、市街地率5%、流域面積126.7 km<sup>2</sup>)と、対照区として桂川の西10 kmに位置する伊呂波川(森林率64%、クヌギ林率0.8%、農地率29%、市街地率7%、流域面積43.4 km<sup>2</sup>)を選定し、流域の利用形態、流域環境、水質、河川・河口域の生態系と生物生産力について比較研究を行った(図1)。

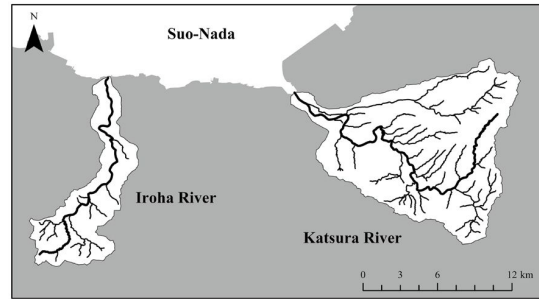


図1. 桂川、伊呂波川の調査水系。桂川は国東半島の中央部を源流とする。

#### (1) 水質・環境調査

両河川の源流域から河口まで、桂川18点、伊呂波川9点において、2014年7月から2015年4月に3ヶ月間隔で計4回の調査を行った。採水サンプルを用いて、クロロフィル *a* (Chl. *a*)、栄養塩(硝酸態窒素(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)、亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)、溶存態リン(PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>))、懸濁態有機炭素(POC)、懸濁態有機窒素(PON)の各濃度、及びPOC・PONの炭素・窒素安定同位体比(<sup>13</sup>C<sub>POC</sub>, <sup>15</sup>N<sub>PON</sub>)、懸濁物質(SS)濃度、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の窒素・酸素安定同位体比(<sup>15</sup>N<sub>NO3</sub>, <sup>18</sup>O<sub>NO3</sub>)の分析を行った。降水期の流量と物質供給について調べるために、両河川の下流において、2015年6月29日-7月10日に流量観測とともに3時間に1回の採水を行い、栄養塩、SS、POC、PON、<sup>13</sup>C<sub>POC</sub>, <sup>15</sup>N<sub>PON</sub>を分析した。また、2016年7月に、両河川において河川水、渓流水、水田排水を採水し、粒径粒度分析を行った。2016年10月26日には両河川の16点で採水を行い、栄養塩及び溶存鉄濃度を分析した。灌漑期の2015年7月と非灌漑期の2016年11月に、桂川を含む国東半島の9河川及び伊呂波川において約80地点で採水を行い、栄養塩、硝酸イオンと水の安定同位体比を分析した。

2015年8月27日に桂川河口域、2016年8月18日に伊呂波川河口域において満潮から干潮までの間に4回ずつ、小型船を用いて河口域の調査を行った。試水は栄養塩、POC、PON、安定同位体比の分析に供した。

#### (2) 生物調査

2014年4月、2015年4月に両河川の河口域において地曳網を用いた生物採集を行った。また、2015年2月、3月、4月に食物源候補となる有機物(海藻、アマモ類、陸上植物、底生微細藻類、海産植物プランクトン(mPOM)等)を採集した。

国東半島・宇佐地域の河川の河口から下流域では、石積みを利用してその中に入るニホンウナギを漁獲する石倉漁が行われている。そこで、ニホンウナギの生態を調べるとともに、石倉漁のウナギ資源への影響、地域社会での役割を明らかにするために、2015年6月に両河川の河口・下流感潮域の各3定点に調査用石倉を設置し、7月、8月、9月にウナギを含む石倉内の動物全てを採集した。上記の各生物採集調査で採集された動物標本を可

能な限り詳しく分類した。また、主要な動物群とその餌料候補となる有機物について、炭素・窒素安定同位体比を分析した。

河川の水管理、石倉漁の漁獲管理方法、GIAHS と農林水産業との関係等を調べるために、地域の用水管理者、漁師、駅館川・桂川漁業協同組合、大分県及び関係する 4 市の GIAHS 担当者等への聞き取り調査を実施した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 栄養塩と懸濁物質

桂川、伊呂波川ともに溶存態窒素濃度は 2014 年 7 月に低く、降雨直後の 2014 年 10 月に高かった。伊呂波川では溶存態窒素濃度が上流から下流へ増加するという通常の傾向が認められたのに対して、桂川では源流域において高い濃度が検出され、下流へくだるにつれて減少する特徴が認められた。溶存態リンの濃度は、両河川ともに上流から下流へ増加した。 $^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 、 $^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$  分析によって硝酸態窒素の起源を推定したところ、硝酸態窒素は両河川ともに 10 月には森林土由来、1 月、4 月には森林土由来と下水由来の混合、また 7 月には下水の影響が大きい、水田湛水期であるために脱窒の影響も強く受けていることが示された(図 2)。

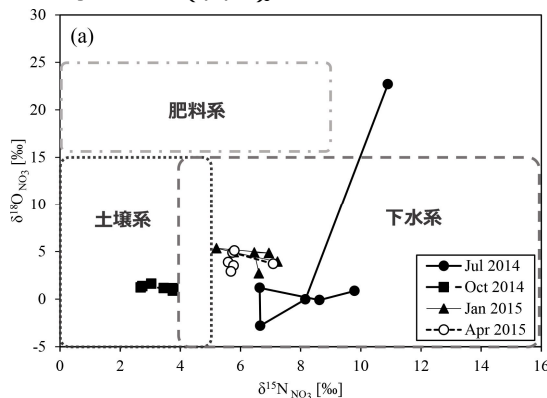


図 2. 桂川における  $^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 、 $^{18}\text{O}_{\text{NO}_3}$  ダイアグラム。

溶存態リンについても、季節を通して桂川の方が伊呂波川よりも高い傾向が認められたが、その原因は不明である。下流域における溶存態リン濃度は三角関数で近似される周期的な季節変化を示し、夏季に高く冬季に低いことから、耕作期に農地から流出する排水の影響の大きいことが推察された。

流域における栄養塩濃度とその分布の傾向は、国東半島全域調査においても明瞭に認められ、溶存態窒素は国東半島全域において上流部で極めて高濃度で (>80  $\mu\text{M}$ ) 下流ほど減少する傾向、溶存態リンは上流で低く下流で増加する傾向にあった(図 3)。ところが、国東半島から離れた伊呂波川では、溶存態窒素については上流部でも <40  $\mu\text{M}$  と低く、国東半島とは異なる栄養塩分布の特性を示した。溶存態窒素には、灌漑期 < 非灌漑期、上流 > 下流という傾向が認められ、窒素は流域内で消費されていることが示された。とくに灌漑

期には、水が水田に長期間滞留することから、

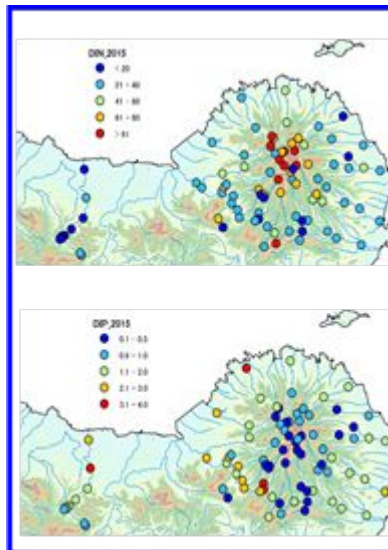


図 3. 灌漑期(7月)における溶存態窒素(上図)と溶存態リン(下図)の濃度分布。

脱窒による消費が大きいことが推察された。リンは逆に、灌漑期 > 非灌漑期、上流 < 下流という傾向であり、農地から流出していることが示唆された。

国東半島における源流・上流域での高濃度の溶存態窒素の起源を硝酸イオンの酸素安定同位体比から推定したところ、渓流水中の硝酸イオンに含まれる大気由来窒素の割合は 5% 以下であった。すなわち、森林から流出している溶存態窒素のほとんどは森林土由来であると考えられた。

梅雨にともなう出水期の調査では、溶存態窒素濃度は平水時と比較して出水時に高い傾向がみられたが、溶存態リンは両河川ともに平水時の方が出水時よりも有意に高かった。このような窒素とリンの出水に対する反応の違いは、硝酸態窒素は土壌に吸着しにくく容易に溶脱、流出するという性質があるのに対して、溶存態リンは、土壌に吸着しやすいため、溶脱、流出しにくいという特性が原因と考えられた。

夏季に実施した河口調査では、桂川の河口域ではどの潮汐フェーズにおいても河口付近で高い溶存態窒素濃度を示し、干潮時の表層では河口から沖合い 6 km 付近まで 10  $\mu\text{M}$  以上の濃度であった(図 4)。伊呂波川の河口域では、全体的に桂川の河口域よりも溶存態窒素濃度が低く、河口から 1 km 以上離れた場所には濃度が 10  $\mu\text{M}$  以上の水塊は存在せず、3 km 離れると 1  $\mu\text{M}$  以下となった。溶存態リン濃度は、どちらの河川の河口域においても河口付近で高く、沖合いに向かって低下した。リンについては両河川間で明瞭な差は認められなかった。溶存態窒素と溶存態リンの比については、両河口ともに 5 以上の値は観測されず、基礎生産において窒素制限状態にあることが示された。また、非感潮河川水中の溶存鉄濃度には両河川間で差は認められなかったが、濃度は 35 - 188  $\mu\text{g/L}$  とこれまでに報告されている他河川と比較すると比較的高く、溶存鉄が河川の基礎生産を制限することはないと考えられた。

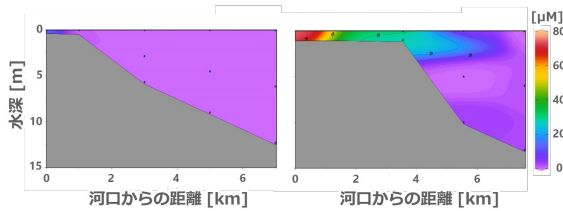


図 4. 干潮時の伊呂波川 (左図) と桂川 (右図) 河口域の溶存態窒素濃度。

両河川の POM の炭素安定同位体比は -27 から -33 の範囲にあり、C/N 比は 6 - 11 であったが、C/N 比は桂川の方が高い傾向にあり、桂川の POM はより陸上植物の影響が強いと考えられた。また、河口域の POC に対する河川由来 POC の寄与率は潮汐によって変化し、桂川では 30 - 80% であったが伊呂波川では多くの場合 20% を下回った。

SS 濃度は桂川より伊呂波川で高い傾向にあり、渓流水より水田排水で SS 濃度が高いことから、水田率の高い伊呂波川において SS 濃度が高くなったと考えられた。また、出水時の流域面積当たり SS 流出量は、平水時の約 10 倍となった。渓流水と水田排水の粒子の粒径組成を比較すると、水田排水は渓流水と比べて微細な粒子、とくに生態系に有害な 30 μm 以下の粒子の割合が高かった (図 5)。

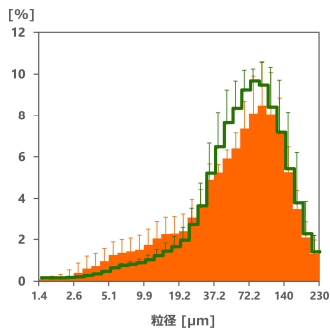


図 5. 渓流水 (緑) と水田排水 (茶) 中の SS の粒径組成の比較。縦線は SD を示す。

また、流程における粒子サイズの推移をみると、森林が多い上流域で微細粒子濃度が低く、農地が集中的に分布する中・下流域において微細粒子濃度が上昇した。さらに、集水域内の農地面積率と微細粒子濃度には正の相関がみられた。すなわち、河川水中の微細粒子の主要供給源が水田であることが示された。

#### (2) 河口域における生物生産

2015年4月調査において採集された無脊椎動物と魚類の採集種数は、桂川 48 種、6 種、伊呂波川 42 種、5 種で、桂川の方がやや種数が多かった。このほか、動物の食物源解析のために、海藻 29 種、海草 2 種、塩生植物 1 種、広葉樹の葉とヨシの枯死体を採集した。

有機物源となる陸上植物、海藻・海草類には、両河川間で  $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$  に明瞭な差は認められなかった。底生微細藻の  $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$  は、桂川ではそれぞれ  $-17.0 \pm 0.2\text{‰}$ 、 $4.5 \pm 4.6\text{‰}$ 、伊呂波川では  $-14.6 \pm 2.3\text{‰}$ 、 $7.1 \pm$

$2.3\text{‰}$  であり、両同位体比とも両河川間で有意な差はなかった。桂川における動物の  $^{13}\text{C}$  は  $-26.1\text{‰}$  (ヒゲツノメリタヨコエビ) から  $-11.7\text{‰}$  (シボリガイ)、 $^{15}\text{N}$  は  $5.5\text{‰}$  (モズミヨコエビ) から  $15.7\text{‰}$  (*Goniada* sp.)、伊呂波川における動物の  $^{13}\text{C}$  は  $-22.4\text{‰}$  (イソヨコエビ) から  $-14.3\text{‰}$  (ヒメコザラ)、 $^{15}\text{N}$  は  $5.5\text{‰}$  (モズミヨコエビ) から  $15.0\text{‰}$  (*Goniada* sp.) の範囲にあった。 $^{13}\text{C}$ 、 $^{15}\text{N}$  をもとにしたクラスター分析により、桂川河口の動物は 7 グループに、伊呂波川河口の動物は 5 グループに分けられた (図 6)。

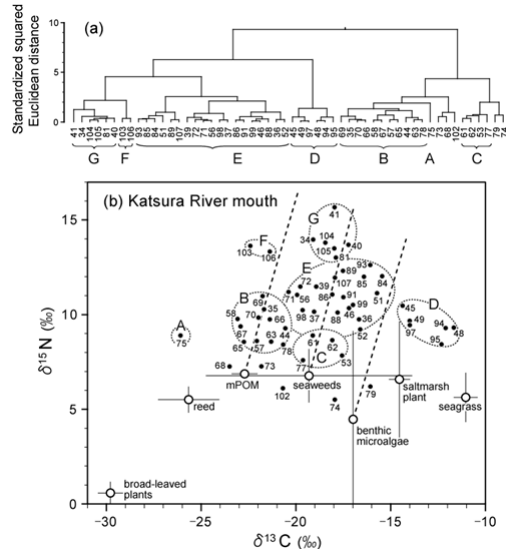


図 6. 桂川河口域で採集された生物の安定同位体比マップ。

両河川の河口域ともに、陸上植物、ヨシ、海草を起点とする食物連鎖の上には動物がほとんど位置しておらず、大部分の動物が沿岸植物プランクトン、底生微細藻、海藻を食物源としていることが明らかになった。両河口域でそれぞれ 3 個体以上採集された動物は 16 種あったが、河川間に明瞭な違いは認められなかった。

#### (3) 河口域におけるスズキ稚魚の成長

2014年4月に両河口域で採集されたスズキ稚魚の日齢組成と成長速度を比較した (図 7)。

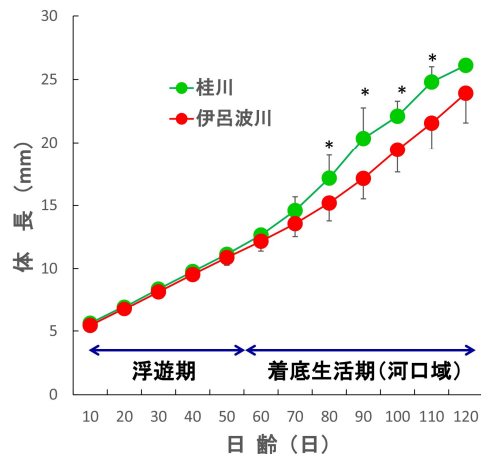


図 7. スズキ稚魚成長履歴の河川間比較。

採集されたスズキ稚魚の体長は桂川  $26.9 \pm 1.5$  cm、伊呂波川  $24.3 \pm 2.5$  cm であり、桂川が有意に大きかった。しかし日齢は桂川  $122.8 \pm 12.0$  日、伊呂波川  $115.7 \pm 13.5$  日であり、両河川間に有意差は認められなかった。耳石日周輪により個体ごとの成長履歴を推定したところ、沖合で産卵され河川に 50 日齢前後で加入後 70 日齢頃までは推定体長（成長速度）に有意差は認められなかったが、80 日齢以降は桂川の方が伊呂波川よりも有意に大きかった。すなわち、桂川においてスズキ稚魚の成長がよかったことが明らかになった。また、両河川間で水温に明瞭な差は認められなかったことから、桂川において餌環境が良好であったことが示された。

### (3) 石倉によるニホンウナギ調査

石倉を用いた生物採集調査の結果、甲殻類 15 分類群、魚類 12 種、貝類 14 分類群など、合計 49 分類群の動物が採集された。3 回の調査において各 6 地点で採集された計 18 の動物群集を用いた群集構造解析を行った結果、河口からの距離で有意な相関があり、下流 3 地点と上流 3 地点の石倉内動物群集の類似度に有意差が認められた。一方、河川間及び採集月間の類似度には有意差は認められないことから、河口からの距離により河口に近い 3 地点と遠い 3 地点をそれぞれ下流グループと上流グループとして解析した。下流グループの生物群集は、主にホソウミナなどの巻貝類、ハゼ類、カニ類、ヤドカリ類で構成され、上流グループはイシマキガイなどの巻貝類、ハゼ類、テナガエビが卓越した。

採集されたウナギ 221 個体のうち 80 個体から、25 種分類群が同定され、各個体の胃内容物組成の類型化により 8 クラスタに分けられた。クラスタ 1 (35 個体) はアナジャコ類、クラスタ 2 (10 個体) はケフサイソガニまたはタカノケフサイソガニ、クラスタ 3 (5 個体) はカクベンケイガニなどのカニ類、クラスタ 4 (5 個体) はエビ類、クラスタ 5 (3 個体) はエビ類とベンケイガニ亜科やチゴガニなど、クラスタ 6 (6 個体) は多毛類またはヨコエビ類、クラスタ 7 (6 個体) は二枚貝類、クラスタ 8 (9 個体) はヤドカリと魚類を摂餌していた。このうち、クラスタ 1、3 に含まれる計 40 個体のウナギは石倉内から採集されなかった動物（アナジャコ類と一部のカニ類など）を、残りの 39 個体は石倉から採集された動物を摂餌していた。

石倉で採集されたウナギの全長組成をみると、下流では 200 - 300 mm のウナギがもっとも多く小型個体の割合が高いのに対して、上流では 200 - 500 mm までの個体が同程度に分布しており、下流グループと上流グループ間では、後者で大型個体（300mm）の割合が有意に高かった。一方、河川間には差は認められなかった。また、石倉漁師への聞き取り調査から、石倉漁で漁獲されたウナギのうち、約全長 30 mm 以下は放流されていること

がわかった。調査用石倉で採集されたウナギのうち、下流グループで 75%、上流グループで 46% の個体が全長 300 mm 以下であったことから、石倉漁では多くの個体が放流されていることが明らかになった。

以上より、河川下流域で行われている石倉漁には、コンクリート護岸された河口域において、河川へ加入した初期の小型個体に生息場を提供し、ウナギの餌生物を生産する機能のあることが示された。また、採捕された小型個体は放流されることから、両河川における石倉の設置数や漁獲状況を考慮すると、適正な漁獲管理が行われれば、資源に大きな影響を及ぼさない漁業として維持できることが推察された。

### (4) GIAHS における石倉漁の活用

GIAHS は伝統的な農林水産業とそれが育む技術、文化、景観、生物多様性が一体となったシステムを認証している。石倉漁は、鎌倉時代初期の史料『永昌記』に最初の記録があり、歴史の古い伝統的な漁業である。石倉は上部が水面に露出することから河川に独特の景観を形成し、それは石倉漁を営む人々なしには持続できない、地域に根付いた文化的景観であるといえることができる。本研究により、石倉漁が生物多様性の維持にも貢献しており、とくに、石倉漁がなくなるとニホンウナギと地域住民との接点が失われ、その結果地域の自然に対する意識の低下などにもつながる可能性が高い。このような役割から、石倉は本地域における農林水産循環の重要な要素であり、林業におけるシイタケ、農業におけるシチトウイと同列に、国東半島・宇佐 GIAHS における水産業のシンボルとして扱うに相応しいと考えられた。

### (5) 考察とまとめ

豊かな森林に恵まれた国東半島を流域とする桂川では、森林土壌由来の高濃度の溶存態窒素が供給され、栄養塩は上流から河口域まで対照区の伊呂波川よりも高い傾向が認められた。同時期に他のプロジェクトで実施された両河川の調査から、底生微細藻生産力、魚類と底生甲殻類のバイオマスは桂川で有意に大きいことが示された。本研究においても、桂川河口域の方が伊呂波川より生物多様性や食物網の多様性が高く、河口域を成育場として利用するスズキ稚魚の成長速度は、桂川において速かった。これらのことから、国東半島の森林から供給された栄養塩が、桂川の高い生物生産力を支えている可能性が示された。また、森林は水圏生態系に有害な影響を与える微細粒子の流出を抑制する効果をもつことが示唆された。石倉調査により 221 個体のニホンウナギが採集され、両河川には高密度でウナギが生息することが示された。この地域で行われているウナギ石倉漁には、河口域に加入する小型ウナギに生息場を提供し、その餌料生物を生産する機能も認められ、地域に文化的景観を提供し人と自然をつなぐ社会的役割をもつことがわかった。

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 17 件)

A. Kasai, K Anbutsu 他 From eutrophic to oligotrophic? The effect of reduction of terrestrial nutrient input on the ecosystem of the Seto Inland Sea. Between the River and Sea Conference, UK, 2014

A. Kasai High fishery production supported by complex coastal ecosystems. PICES-2014, Korea, 2014

富士 泰期、笠井 亮秀、山下 洋他 沿岸性魚類スズキにおける河川・河口域の重要性。2014 年度生物地球化学研究会、2014

山下 洋 里海と土壌 - 森里海のつながりと沿岸海域の生産力 - . 平成 27 年度日本農学会シンポジウム、2015、35 - 38

橋口 峻也、笠井 亮秀、山下 洋他 国東半島における陸起源物質負荷量の降雨に伴う短期変動。平成 27 年度日本水産学会近畿支部例会、2015、12-13

山下 洋 森が育む魚たち。平成 27 年度日本海学シンポジウム、2016

山下 洋 森から海までに物質循環と生物生産。2016 年度地球惑星連合大会、2016、A-CG23-01

理堀 隆人、杉本 亮、笠井 亮秀、山下 洋他 夏季の大分県国東半島における河川水中の溶存無機態窒素・リンの動態。2016 年度地球惑星連合大会、2016、A-CG23-03

横山 寿、杉本 亮、山下 洋他 国東半島河口干潟のウミニナの <sup>15</sup>N は流域特性を反映する。平成 28 年度日本水産学会秋季大会、2016、70

S. Hashiguchi, A. Kasai, R. Sugimoto, Y. Yamashita 他 Connectivity of forests, rivers, and seas - Relation between land-use and water quality - ECSA2016, Germany, 2016, GS2B02-45

T. Kanzaki, A. Kasai, H. Yokoyama, Y. Yamashita 他 Connectivity of forests, rivers and seas - Relationship between land-use and aquatic biological production - . ECSA2016, Germany, 2016, GS2B02-46

M. Harada, N. Shimizu, A. Kasai, Y. Yamashita 他 Commons management of estuarine ecosystem services: the case study for Japanese eels (*Anguilla japonica*). ECSA2016, Germany, 2016, GS2B04-38

橋口 峻也、山下 洋、笠井 亮秀 他 大分県国東半島における森里海連環 陸起源懸濁物質の海域への流出。平成 28 年度日本水産学会近畿支部例会、2016、24

神崎 東子、山下 洋、笠井 亮秀 他 大分

県国東半島における森里海連環 ニホンウナギを指標として。平成 28 年度日本水産学会近畿支部例会、2016、25

原田 真実、清水 夏樹、横山 寿、笠井 亮秀、山下 洋他 ウナギの石倉漁と資源保護に関する研究。平成 28 年度日本水産学会近畿支部例会、2016、26

理堀 隆人、杉本 亮、笠井 亮秀、山下 洋 夏季の国東半島における河川水中の溶存無機態窒素・リンの動態の俯瞰的評価。平成 28 年度日本水産学会中部支部会、2016、27

田村 勇司、杉本 亮、笠井 亮秀、横山 寿、山下 洋他 流域圏における農林水産業と地域振興 - 世界農業遺産国東半島・宇佐地域の森川里海 - . 2017 年日本水産学会春季大会シンポジウム、2017、255

〔図書〕(計 1 件)

山下 洋 日本農学会編 養賢堂、里海と土壌 - 森里海のつながりと沿岸海域の生産力 - . シリーズ 21 世紀の農学, 国際土壌年 2015 と農学研究 - 社会と命と環境をつなぐ - . 2016、37 - 157

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

大分合同新聞記事(平成 29 年 3 月 25 日)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山下 洋 (YAMASHITA, Yoh)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授

研究者番号: 6 0 3 4 6 0 3 8

(2) 研究分担者

吉岡 崇仁 (YOSHIOKA Takahito)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授

研究者番号: 5 0 2 0 2 3 9 6

横山 寿 (YOKOYAMA Hisashi)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・教授

研究者番号: 0 0 3 7 2 0 3 7

清水 夏樹 (SHIMIZU Natsuki)

京都大学・フィールド科学教育研究センター・准教授

研究者番号: 4 0 4 4 2 7 9 3

笠井 亮秀 (KASAI Akihide)

北海道大学・水産科学研究院・教授

研究者番号: 8 0 2 6 3 1 2 7

杉本 亮 (SUGIMOTO Ryo)

福井県立大学・海洋生物資源学部・准教授  
研究者番号: 0 0 5 3 3 3 1 6