

2006年3月

2005年度 COE 研究成果報告書

学術研究員 石川俊之

研究題目：熱帯湖沼とその流域における生物多様性の機能と、物質循環機構の解明

2005年度の研究活動

前年度までの成果である、「インドネシア・カリマンタン島の三日月湖群では、湖内の基礎生産が低く外来性有機物が重要である」ことをふまえ、外来性有機物として、湖岸林からのリター供給と溶存有機物の動態についてのデータの収集と解析を行った。また、インドネシア・カリマンタン島と同様に大幅な水位変動により湖岸域が広く水没するアジア最大の湖沼、カンボジア・トンレサップ湖の調査に加わる機会を得たので、インドネシア地域での研究活動と共通の視点である生物生産に注目し、現地観測を行った。

研究成果の紹介の前に、研究対象であるインドネシア・カリマンタン島地域の淡水生態系の重要性について水産資源としての観点から簡単に述べる。

国連食糧農業機関(FAO)の統計によると、インドネシアは淡水漁獲量(養殖を含まず)において世界第5位の国である。このうち半数以上がカリマンタン島における漁獲である。人口一人あたりの淡水漁獲量でみると、インドネシアはトップ20位にランクされないが、カリマンタン島の人口とカリマンタン島での淡水漁獲量を用いて同じデータを得ると、15.3 kg/人/年となる。これは、一位カンボジア(28kg/人/年)、2位チャド(9 kg/人/年)の間となる。カリマンタン島は世界第三位の面積を持つ広大な島であることから、インドネシアの統計値からカリマンタン島の4県を抽出することは十分意味があるといえよう。すなわち、豊かな熱帯雨林を擁するカリマンタン島において、地域住民は食糧資源として水産資源を世界でも極めて高いレベルで利用しているのである。淡水生態系の劣化は食糧資源の消失を意味し、第二次産業・第三次産業があまり発達していない同地域では、食糧資源の確保のために現金収入を得るために自然資源の収奪が起こることは容易に想像できよう。すなわち、この地域の自然環境を保全するためには、淡水生態系の持続的利用を計ることが不可欠であり、そのためには淡水生態系の科学的な理解が緊急的な課題として求められているのである。

今年度の具体的な研究成果は次の通りである。

I. 浸水林から湖へのリター供給の観測 (業績 5, 9)

インドネシア・中央パランカラヤ県・カハヤン川水系に位置するBatu湖において、2003年9月から2005年9月まで、浮遊式のリタートラップによってリターフォールの供給を行った。水位変動に伴い水没する森林(浸水林)における水域へのリター供給の観測は、世界的にも例のない先進的な試みである。

観測の結果、浸水林からのリター供給は落葉が主であり、さらに、落葉供給量は森林

が冠水する高水位期に顕著なピークを示すことが明らかになった。(図1.1)すなわち、浸水林から供給されたリターは、乾燥した地面ではなく水面に落ち、湖に直接供給されるのである。現地での測量した結果から、最高水位において浸水林が水没する面積は湖の5倍強になり、隣の湖と連結していることが明らかになった。昨年度までに得られた湖内の一次生産と比較すると、浸水林からのリターによる炭素供給は湖での植物プランクトンによる生産に対して単位面積あたりで4倍、森林と湖の面積を考慮すると10倍弱の炭素供給量であると推定された。

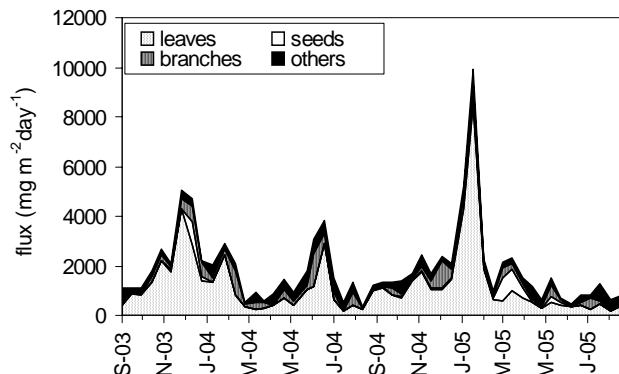


図 1.1 Batu 湖沿岸の浸水林内でのリターフォールフラックス

II. 溶存有機態炭素の観測と季節変動 (業績 3, 6, 7)

湖沼外部由来の有機物は、浸水林からのリター供給だけでなく溶存態として流入するものもある。昨年度までの研究により、湖沼では溶存有機態炭素濃度が高く、光学的特性からフルボ酸が主であることが判明している。また、腐植物質の多くは生物による利用性が低いものの光分解によって利用性が上昇することなどが明らかになってきている。しかし、降雨量や水位変動によって引き起こされる季節的な溶存有機物の変化については未解明であるため、その動態については明らかでなかった。そこで、多数の湖沼での溶存有機

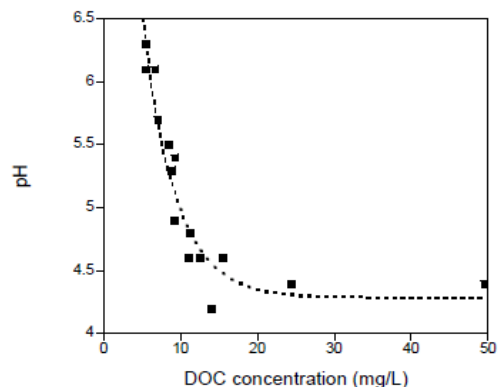


図 2.1 Kahayan 川水系の湖沼群における溶存有機体炭素濃度と pH の関係

炭素の観測と環境要因との関係を解析し、水色と溶存有機体炭素濃度の関係を求めるとともに、溶存有機体炭素濃度がpHや光の消散に与える影響について解析し(図2.1、業績3,6)した。さらに、水色を用いた溶存有機体炭素濃度の推定式を用いて、いくつかの湖沼で周年観測を実施し、DOC濃度の季節変化が水位変動と正の相関を示す湖と、負の相関がみられる湖があることを示した(業績7)。このことは、湖沼によって、湖の外からの溶存有機物の供給パターンが異なることを意味し、溶存有機物の動態を把握するには水文学的調査が必要であるといえる。

III. 一次生産の測定方法についての検討 (業績 1, 11)

昨年度まで実施してきた、高い溶存態炭素濃度下での基礎生産を酸素消費量によって測定する方法についてさらなる検討を行い、これまで報告した値が正確な推定値であることを示した。

実験では、(A)未処理のまま(B)口径0.2 μ mのmilipore製フィルターで過(C)Formalin原液を湖水100 mLに対して1 mL加える(D)HgCl₂を10 mg/Lになるように加える、(E)0.8N NaN₃を80mL加えるの5つの処理を行った。それぞれの処理によって(B)区はバクテリアサイズ以上の生物は存在しない、(C)(D)(E)区は湖水中の生物活性が止まると考えられる。処理した湖水は100mL酸素瓶につめ、人工照明下に8~12時間暴露し、実験終了後に自動滴定装置を用いて溶存酸素濃度の測定を行った。その結果、(C),(D),(E)区での酸素濃度変化は(B)区とほぼ同じ値を示し、非生物要因による酸素濃度変化を検出する方法としていずれも妥当であると判断された。ろ過処理にかかる時間や試薬の入手や安全性を考慮すると、フォルマリンやNaN₃による方法を採用するのがよいと思われる。

IV. カンボジア・トンレサップ湖との比較 (業績 8)

カンボジア・トンレサップ湖は、インドネシア・カリマンタン島の小湖沼群と同じように、季節的な水位変動を繰り返す湖である。また、豊かな水産資源を誇ることから長期間にわたって漁業統計が得られている。現地調査では、基礎生産の測定と、浮游生物の二次生産の推定のための定量採集を行った。基礎生産量は、100 - 600 mg Cm⁻²day⁻¹と、カリマンタン島の湖沼群に比べると高い値であった。ただし、基礎生産と単位面積あたりの漁獲量を比較すると、温帯域の湖沼に比べて基礎生産の比率が低いことは注目に値する。このことは、基礎生産から高次消費者への効率的な経路の存在、あるいは、外部から有機物が多量に供給されている可能性を示している。また、トンレサップ湖では、土壌粒子由来の濁度によって水面下の光強度が弱く保たれており、高い溶存有機物濃度が主な成因となるインドネシア・カリマンタン島の湖沼群の特徴と大きく異なる点といえよう。なお、動物プランクトンの試料は現在解析中である。

業績リスト (2005年度分)

論文:査読有り

1. Ishikawa T. & Urabe J. (2005): Ontogenetic changes in vertical distribution of an endemic amphipod, *Jesogammarus annandalei*, in Lake Biwa, Japan. *Arch. Hydrobiol.* **164**: 465-478
2. Ishikawa T., Yurenfri, Ardianor, Iwakuma T. (2006): Primary productivity of phytoplankton in tropical oxbow lakes in Central Kalimantan, Indonesia. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **29**: (in press).
3. Ishikawa T., Trislina, Yurenfrie, Ardianor, Gumiri, S. Dissolved organic carbon concentration of natural water body and its relationship to water color in Central Kalimantan, Indonesia *Limnology* (in review)
4. カンボジアの大気環境 -トンレサップ湖生物多様性維持機構保全の視点から -塚脇真二, 荒木祐二, 石川俊之, 本村浩之, 向井貴彦, 大八木英夫, 坂井健一 *エアロゾル研究* (査読中)

論文:査読なし

5. Ishikawa T., Yurenfri, Trislina Ardianor (2006): Litter fall flux from flooded forest to lake. *Environmental Conservation and Land Use Management of Wetland Ecosystem in Southeast Asia- Annual Report for April 2005-March 2006*
6. Ishikawa T., Trislina, Ardianor, Gumiri, S (2006) Dissolved organic carbon concentration of natural lake water and its relationship to water color in peat swamp area in Kalimantan (Borneo), Indonesia *Environmental Conservation and Land Use Management of Wetland Ecosystem in Southeast Asia- Annual Report for April 2005-March 2006*
7. Trislina, Ardianor, Gumiri, S, Ishikawa T. (2006) Seasonal changes in DOC concentration in oxbow and flooded lakes in Central Kalimantan. *Environmental Conservation and Land Use Management of Wetland Ecosystem in Southeast Asia- Annual Report for April 2005-March 2006*

国際学会・シンポジウム

8. Ishikawa T., Oyagi, H., Ohtaka, A., Narita, T., Sim, I. and Tsukawaki, S.(2005): Primary production in Lake Tonle Sap. First International Symposium on Evaluation of Mechanisms Sustaining the Biodiversity in Lake Tonle Sap, Cambodia, Ministry of Industry, Mines and Energy, Phnom Penh, Cambodia, 1st December 2005.

・上記シンポジウムにて共同発表者として5題発表

国内学会

9. 石川 俊之・Trislina・Yurenfrie・岩熊敏夫湖 (2006)湖岸林から湖への有機物供給の観測 - 熱帯域の劇的な水位変動が産み出す特有な現象 - 日本生態学会第53回大会 2006年3月・新潟

10. 石川 俊之 (2006)琵琶湖長期観測で明らかになったヨコエビの個体群動態 -捕食者との関係
日本生態学会第53回大会 2006年3月・新潟
11. 石川 俊之・岩熊 敏夫(2005)溶存有機物の光分解を考慮した、DO法による一次生産の測定
日本陸水学会第70回大会 2005年9月・大阪

- ・ 他 日本陸水学会、日本水文科学学会大会にて共同発表者としてそれぞれ1題ずつ発表

外部資金

- ・(財)クリタ水・環境科学振興財団 研究助成 2004年10月—2005年9月
湖畔林の伐採が熱帯三日月湖生態系に与える影響の評価
- ・ UNESCO Japanese Funds-in-Trust: MAB-IHP Joint Programme 2004年9月—2006年3月
トンレサップ湖生物多様性維持機構調査 若手研究者育成のための助成金

学会・社会貢献

- ・ 英文専門誌 査読 3回
- ・ Ishikawa, T., Oyagi, H., Ohtaka, A., Narita, T., Sim, I. and Tsukawaki, S., Primary production in Lake Tonle Sap. Seminar on the Results from Scientific Research on Environmental Treats over Cambodian Cultural Legacy of Angkor Area, Office of the Council of Ministers, Phnom Penh, Cambodia, 13th December 2005.(カンボジア・閣僚評議会招待講演、共同発表者として他二題)
- ・ ユネスコ主催シンポジウム“多様性 共に気づかい、共に維持する” 2005年9月15日名古屋大学、9月16日愛知万博国連館
- ・ Special lecture for science workshop- “What you see in Lake?” カンボジア国立教育研究所 2006年3月9日