

## 河川水質が内湾の一次生産に及ぼす影響の評価

東北大学 学生会員 ○大原 光司  
 東北大学 学生会員 湯上 洋平  
 東北大学 学生会員 川畑 達矢  
 東北大学 正会員 西村 修  
 東北大学 正会員 坂巻 隆史

## 1. 研究背景

流域の土地利用形態や植生、その他様々な要因によって河川水質は異なり、その差異から、流入する湾内の一次生産へ異なる影響を与えると考えられる。また、河川水と海水のように、異なる組成の水が混合することが湾内の生産性に影響を与えることは知られているが、その中には藻類の組成を変化させる作用や、複数の制限因子が関与する作用など、科学的な理由付けが難しい部分もある。よって、異なる流域環境を持つ河川を比較し、これらを解明することは湾内の生物生産の機構の理解と環境生態系の保全に有効であると考えられる。

よって、本研究の目的は以下の通りである。

- 1)流域の土地利用が河川の物質組成へどのように影響を与えているのかを明らかにする。
- 2)海水中の物質組成が、一次生産性や藻類の組成をどのように変化させるのかを解明する。
- 3)流域の土地利用が、流入河川の物質組成および湾内の一次生産へ与える影響を明らかにする。

## 2. 研究方法

## 2.1 研究対象地

本研究の対象としたフィールドは、宮城県北東部の本吉郡に属する南三陸町、特に志津川湾とそこに流入する河川の流域である。志津川湾はカキやギンザケの養殖がさかんな比較的開放性の高い閉鎖性内湾である。また、周辺は主に森林で、植林も盛んな他市街地や耕作地も存在する。

## 2.2 流域調査

志津川湾周辺の10流域から、流域の土地利用や河川の合流等を考慮した52地点を選び、河川水を採取して溶存態栄養塩(NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P、NO<sub>3</sub>-N)・DOC・溶存態シリカを測定した。また、各地点の流速・断面積を測定し、流量を算出した。

さらに、各地点より上流の流域の土地利用情報をGISにより取得し、7種(広葉樹林、針葉樹林、草地、伐採跡

地、耕作地・水田、市街地)に分類し、水質データの関係を重回帰分析により解析した。

## 2.3 AGP 試験

志津川湾で採取した内湾水 10L に、藻類生産に必須の物質をそれぞれ添加した系を f/2 培地組成を基に作成し、以下の条件(20℃、明暗 12 時間サイクル、静置、期間 9/21~10/2)で AGP 試験を行うことで、内湾水中の藻類の制限因子の特定を行った。作成した系は表-1 の 10 系で、それぞれ n=3 で培養を行った。

表-1 実験系一覧

実験系名	操作条件
Control	コントロール系
N	窒素を添加
P	リンを添加
EDTA	EDTAを添加
Fe	Feを添加
OtherMetals	Co、Zn、Mn、Cu、Moを添加
E,F	EDTAとFeを添加
E,OM	EDTAと他の金属類を添加
N,P	窒素とリンを添加
All	上記すべての物質を添加

## 3. 結果及び考察

## 3.1 土地利用が河川水質に与える影響

河川水中の NH<sub>4</sub>-N および PO<sub>4</sub>-P の濃度は市街地と有意な正の関係があり(表-2)、これらは主に生活排水や工業排水が要因として考えられる。

NO<sub>3</sub>-N 濃度は耕作地・水田からの農業排水、市街地からの排水によって、それらの土地利用面積と正の関係があったと考えられる。また、常緑針葉樹林はその葉の形状や着葉期間によって落葉広葉樹林と比較して乾性沈着成分が多く捕捉され、林内雨や樹幹流の pH が低くなりやすい<sup>1)</sup>。NO<sub>3</sub>-N から N<sub>2</sub> を生成し、大気中へと放出する脱窒菌は酸性条件に比較的弱い<sup>2)</sup>ため、常緑針葉樹林では落葉広葉樹林と比較し、NO<sub>3</sub>-N の流出が多

表-2 河川水質(mg/L)と土地利用割合の単回帰分析の決定係数

	NH <sub>4</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	NO <sub>3</sub> -N	DOC	SiO <sub>2</sub>
広葉樹林			(-)0.15**	(-)0.065.	
針葉樹林					
草地			(+)0.31***		(+)0.086*
伐採跡地					
耕作地・水田			(+)0.21***	(+)0.15**	
市街地	(+)0.12*	(+)0.24***	(+)0.19**	(+)0.082*	

(有意水準pの値を\*および.で表し、<10%:.、<5%:\*、<1%:\*\*、<0.1%:\*\*\*である。有意なもののみ記載。+、-は回帰係数の符号を表す。)

表-3 流域における原単位(kg/km<sup>2</sup>/day)の推定結果(p値の表示は表-1と同様)

	NH <sub>4</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	NO <sub>3</sub> -N	DOC	SiO <sub>2</sub>
広葉樹林					
針葉樹林			9.6*	1.1E+01.	
草地					
伐採跡地	13*		3.1E+02***	3.8E+02*	7.4E+03***
耕作地・水田					
市街地		2.8.			
R <sup>2</sup>	0.59	0.63	0.82	0.63	0.82

くなくなったのではないかと考えられる。

DOC濃度に関しては、耕作地・水田と正の関係が見られた。DOCの発生要因は植物の根からの滲出や土壌からの溶出などが考えられる<sup>3)</sup>。滞留時間の長い水田においてはその影響が大きいと推察される。また、市街地については工業排水が主な原因として挙げられる。

溶存態シリカ濃度については、草地と有意な正の関係が見られた。イネ科の植物はケイ素を多く蓄積するため<sup>4)</sup>、これが枯死した際に流出することが考えられる。また、森林に比べ土壌が風雨にさらされやすく、風化が進行した結果、シリカの流出が大きくなった可能性がある。

表-3は土地利用(km<sup>2</sup>)を説明変数、溶存物質質量(kg/day)を目的変数とした重回帰分析によって算出した係数であり、土地利用原単位(kg/km<sup>2</sup>/day)を推定するものである。<sup>5)</sup>この結果によって各溶存物質に対していくつかの土地利用原単位が有意に推定された。今回有意とならなかった土地利用原単位の推定のためには、流域の特性で階層的な分類を行ったモデル化等が必要と考える。

### 3.2 内湾藻類の制限因子

AGP試験の終了後、各系においてPOCおよびChlorophyll aの測定を行った結果、POCについてはNが第一の制限因子であったと言える。また、Control系とP系・EDTA系・Fe系・OtherMetals系・E+F系、E+OM系との間に有意差は見られなかった。

Chlorophyll aの測定値でN系が大きく出なかった原因は、藻類の分解が進んでいたことが可能性として考えられる。

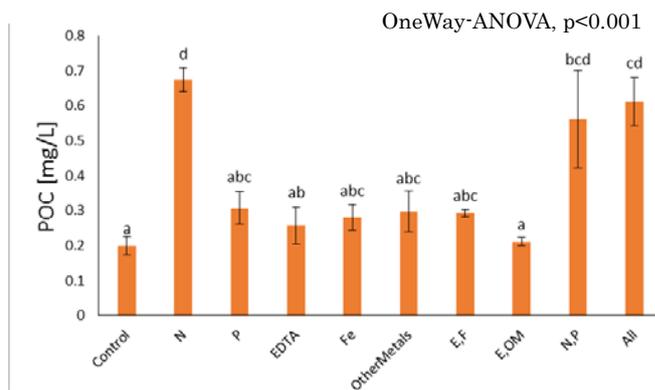


図-1 実験後(11日後)の培養系内のPOC濃度測定結果

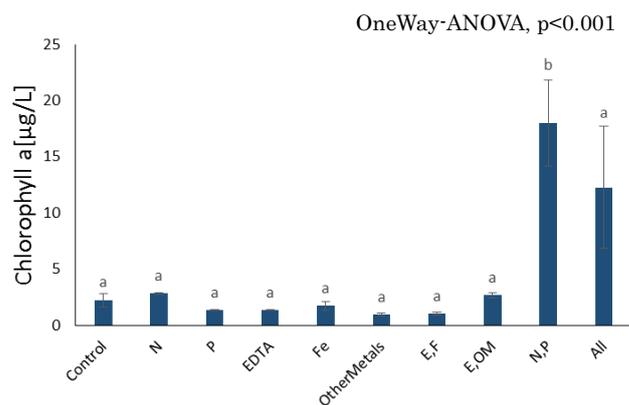


図-2 実験後(11日後)の培養系内のChlorophyll a濃度測定結果

## 4. おわりに

今回の研究によって、流域の土地利用から河川への溶存態物質の流出量を推定するための土地利用原単位の一部が推定できた。また、内湾における藻類一次生産の制限因子はNであることが特定された。

今後の課題としては、今回用いたモデルの流域の特性で階層的な分類を行ったモデル化、およびAGP試験結果のさらなる解析(Chlorophyll a以外の光合成色素、脂肪酸組成等)によって、栄養素の操作が与えた影響を組成の観点から特定することに取り組む。

## 参考文献

- 1) 柴田英昭(2015)『森林集水域の物質循環調査法』共立出版
- 2) 和田英太郎・上原洋一(1977)「自然界における脱窒過程」,『化学と生物』15(2),p.98-110,日本農芸化学会
- 3) 和穎朗太(2007)「土壌中の溶存有機態炭素の動態と炭素蓄積との関わり」,『土・水研究会資料』24,p.31-38,農業環境技術研究所
- 4) 山地 直樹・馬 建鋒(2006)「イネのケイ酸吸収機構」,『化学と生物』44(7),p.453-458,日本農芸化学会
- 5) Iwata T・Suzuki T・Togashi H・Koiwa N・Shibata H・Urabe J.2013.Fluvial transport of carbon along the river-to-ocean continuum and its potential impacts on a brackish water food web in the Iwaki River watershed, northern Japan. Ecological Research,28(5),p.703-716