

朱鞠内湖集水域における応答予測モデルの構築・適用とシナリオアンケートへの応用

勝山正則(総合地球環境学研究所) katsu@chikyu.ac.jp  
 吉岡崇仁(京都大学フィールド科学教育研究センター)  
 柴田英昭(北海道大学北方生物圏フィールド科学センター)  
 沓掛洋志(いであ株式会社)  
 松川太一(総合地球環境学研究所)

はじめに

環境変化に対する住民の意識調査を行う上で、環境がどのように変化するかを客観的に提示することが求められる。環境意識プロジェクトでは自然科学者と社会科学者の協働のもとにシナリオアンケートを作成・実施するために、自然科学的知見を用いた流域環境の応答予測モデルを構築した。このモデルを用い、朱鞠内湖集水域上流部の森林を種々の条件で伐採したと仮定し、下流域である河川と湖沼に対する影響を評価した。本報告では応答予測モデルの概要と、予測結果を基にした環境変動シナリオ群の作成について述べる。

方法

北海道朱鞠内湖集水域を対象に、上流部の森林から河川を経て湖沼に至る水・物質循環プロセスを表現する応答予測モデルを構築する。この際、対象環境に与えるインパクトの種類として森林伐採を想定した。また、モデルの構築においては、ある程度誰にでも利用可能なモデルであることを重視し、操作が比較的簡易なモデルを選択した。

森林の物質循環・水質変化を記述するモデルとして、北東アメリカで開発された PnET-CN モデル (Aber et al. 1997)を用いた。また、流域の水文過程および河川水量を記述する水文モデルとして、HYCYMODEL(福島・鈴木,1986)を用いた。さらに、朱鞠内湖の水の流動および水質変化を予測するモデルを用いた。このうち湖沼関連の2つのモデルはプロジェクトにて新たに開発したものであるが、モデルの基礎式は公開されている(中田ら,2006)。なお、各モデルの詳細および適用結果の詳細は本報告書および勝山・吉岡(2006)、Katsuyama et al.(2009)などを参照いただきたい。

朱鞠内湖に流入する河川のうち、赤石川、泥川、ブトカマベツ川において、大面積(20km<sup>2</sup>)と小面積(4km<sup>2</sup>)を対象に、それぞれ皆伐と 20%の択伐を行うという設定にした。すなわち、モデル上では 0.8、4、20km<sup>2</sup>の森林を伐採するという設定になる。表 1 に各流域の面積および樹種区分を示した。

表 1 流域面積および樹種区分

	総面積	森林	樹種区分		農地	針広比率	
			(針葉樹)	(広葉樹)		針葉樹	広葉樹
			km <sup>2</sup>				
赤石川	27.35	21.15	5.90	15.25	6.20	0.28	0.72
泥川	36.09	36.09	12.27	23.82	0.00	0.34	0.66
ブトカマベツ川	40.86	40.86	12.38	28.48	0.00	0.30	0.70

シナリオアンケートにおいてコンジョイント分析を解析に用いる上ではなるべく多数のシナリオを準備する必要があった。アンケート設計において応答予測モデルを用いた利点として、自然科学的な客観性を確保できるとともに、設問上の組み合わせとして現実に起こりえないものを排除することが可能になる。その一方、伐採可能な森林面積など現地の状況に依存する制約、モデル上の制約、および予測可能な項目の制約があった。モデル上の制約として PnET-CN モデルでは伐採後の樹種転換を表現できないため、針葉樹林、広葉樹林、針広混交林それぞれを伐採し、その後はその樹種に回復するという設定にした。対象流域、伐採面積、および施業の組み合わせから、負荷量の計算は計 24 通り行った。また HYCYMODEL による流量の計算は、樹種の違いを考慮せず計 10 通り行った。表 2 に森林・河川における計算パターンを示した。湖沼流動モデルでは河川流量の計算パターンに応じて 10 通り、湖沼生態系モデルでは負荷量計算パターンに応じて 24 通りの計算を行った。これらにより、最終的には 24 通りの計算を行った。

結果と考察

シナリオアンケートの設問設定では、プロジェクトにおいて行われた関心事アンケート・キーワードアンケートの解析結果からも着目された環境の属性について設問を設計した。森林の伐採による「森の景観への影響」、「植物の種類と量の変化」、「森林浴などへの影響」、「濁り水の頻度」、「川や湖の水質の変化」の 5 属性についてそれぞれ大・小の 2 段階で表現することが求められた。これに対し、応答予測モデルの計算結果がそのまま適用可能である場合は限られた。PnET-CN モデルの計算結果であるバイオマス量の変化を元に、森林の伐採から回復に要する年数を計算した。これらは「景観の変化」および「植物の種類と量」の表現に利用した。また、河川・湖沼の窒素・リン濃度の変化、および植物性プランクトン(クロロフィル量)の変化より、「川・湖の水質変化」を表現した。「森林浴などへの影響」については、人間がアク

セスしやすい森林の伐採によって面積が減少することが、森林のレクリエーション利用の減少につながる  
と考え、伐採箇所と面積の関係で影響度合いを判断した。

「濁り水の頻度」についてはここで用いた応答予測モデルでは表現できなかった。これについては伐採  
時に渓畔林を残置する幅によって濁水発生頻度が変わるとする北海道大学天塩研究林での知見(大木  
ら、未発表)に基づき、残置幅の設定の違いで表現した。

応答予測モデルの実際の計算において、朱鞠内湖の各河川は湖沼に流入する地点で内湖状の湿地  
帯を通過するため、湖の中心部まで伐採による変化の影響が及びにくいという特徴があり、今回設定した  
伐採条件では極端な影響はあまり見られなかった。また、応答予測モデルの計算結果は、例えば NO<sub>3</sub> 濃  
度が 2ppm 上昇するなど、数値データとして表現される。これに対しシナリオアンケートではその 2ppm の  
濃度上昇の影響は「大きい」のか「小さい」のか、という表現に変換する必要があった。また、濃度の上昇が  
2ppm と 3ppm であったとき、両者に違いがあるのかないのかを「大きい」「小さい」だけで表現することにな  
った。これらの判断は主にプロジェクトメンバーである自然科学者が行った。この点においてアンケートの  
設計上の制約が強かったことは否定できない。

このような手順により 24 通りの計算結果から 5 属性 2 水準のシナリオを作成し、現実には起こりえない組  
み合わせの排除や互いに区別のつかないシナリオを削除した結果、異なる属性水準の組み合わせを持  
つシナリオは 7 通りとなった。

表 2 森林・河川における負荷量・流量計算パターン

対象地	面積区分	伐採方法	伐採面積 km <sup>2</sup>	施業(負荷量計算パターン)			流量計算パターン
				伐採なし	針→針	広→広	
現状				(1)			(1)
ブトカマベツ川	小	択伐20%	0.8	(2)	(8)	(16)	(2)
	大	択伐20%	4	(3)	(9)	(17)	(3)
	小	皆伐	4				
泥川	大	皆伐	20	-	(10)	(18)	(4)
	小	択伐20%	0.8	(4)	(11)	(19)	(5)
	大	択伐20%	4	(5)	(12)	(20)	(6)
赤石川	小	皆伐	4				
	大	皆伐	20	-	(13)	(21)	(7)
	小	択伐20%	0.8	(6)	(14)	(22)	(8)
	大	択伐20%	4	(7)	(15)	(23)	(9)
	小	皆伐	4				
	大	皆伐	20	-	-	(24)	(10)

## 結論

環境意識調査を行うアンケート設計において自然科学的知見を生かした環境変動応答予測モデルを  
適用した。このモデルは既存のモデルの組み合わせであり、比較的操作が容易であった。他の環境へ応  
用するには、対象環境に応じたモデルの選択・組み替えが必要である。また、モデルの計算結果をアン  
ケート設問に変換する作業においては、対象環境で起こりうる変動という制約以外に、モデルで予測でき  
る項目による制約や設問設計上の制約が大きく影響し、十分なシナリオ数が得られなかった。今後このよ  
うな自然科学と社会科学の協働を進める上ではアンケート設計を考慮したモデル構築、あるいはモデル  
構造に配慮したアンケート設計を行うなど、両者のより深い歩み寄りが重要となるだろう。

## 引用文献

Aber et al. (1997) Ecological Modelling, 101, 61-78.; 福嶋・鈴木(1986)京大演報,57,162-185.; Katsuyama  
et al. (2009) Sustainability Science (in press); 勝山・吉岡(2006) 5-2 IDEA プロジェクト研究報告書 No.  
1, 中田ら(2006)陸水雑, 67, 281-291.

## 関連する業績

(報告書)

勝山正則・吉岡崇仁(編) (2006) 流域環境の質と環境意識の関係解明—土地・水資源利用に伴う環境変  
化を契機として— 研究報告書 No. 1 「集水域の生物地球化学シミュレーションモデルの構築」, 総  
合地球環境学研究所 5-2 IDEA プロジェクト

(論文)

Katsuyama, M., Shibata, H., Yoshioka, T., Yoshida, T., Ogawa, A. and Ohte, N. (2009) Applications of a  
hydro-biogeochemical model and long-term simulations of the effects of logging in forested watersheds,  
Sustainability Science (in press).

(学会発表)

勝山正則, 大手信人, 福島慶太郎, 柴田英昭, 吉岡崇仁: アジアモンスーン地域における渓流水質予測モデ  
ルの適用と水文学的改良, 水文・水資源学会 2008 年研究発表会, 東京大学, 2000.8.