

定性推論を応用したため池の環境保全機能のモデル化

Application of qualitative reasoning in modeling the function of inhabitant environment of irrigation ponds

工藤 庸介*・〇五幣 雄太*・木全 卓*

Yosuke KUDO*, Yuta GOHEI* and Takashi KIMATA*

1.はじめに 近年、農業用の水利施設にも、利水以外のいわゆる多面的機能を活用して、環境に配慮した整備・改修を行うことが求められている。このような施設を実現するためには、多面的機能というものを設計基準・指針の中で適切に規定する必要がある。しかし、多面的機能（Fig.1）の多くは複雑かつ曖昧で定性的な事象であるため、既知の知識を整理・統合することが容易でない。この問題を解決するために、著者らは定性推論の手法を応用し¹⁾、Fig.1中の「環境保全機能」について、機能の成り立ちを分かりやすく表現する模式図の構成を進めてきた²⁾。本研究では、水質浄化機能に関する部分の改良を行い、定性シミュレートを通してそのモデルの妥当性を検証した。

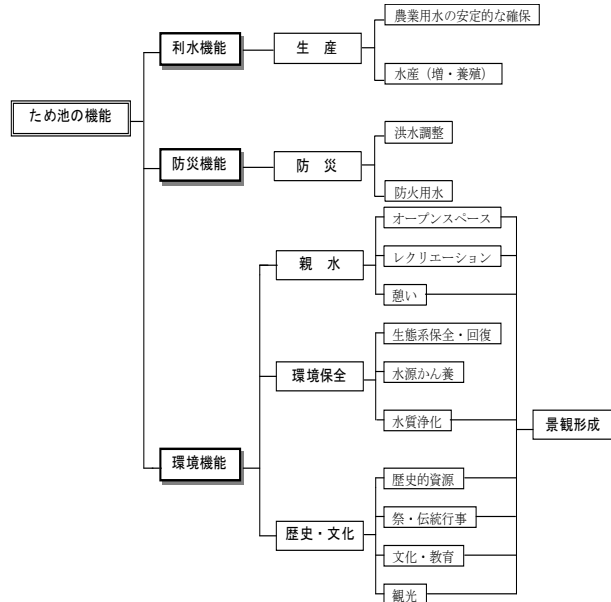


Fig. 1 : ため池の多面的機能
Multifunctionality of irrigation ponds

Table 1 環境保全機能のパラメータ
Parameters related to the function of inhabitant environment

パラメータ	水深	水際の複雑さ	コンクリート被覆率	後背地の面積	後背地の植生	地下涵養水	栄養塩類濃度
単位	水深(m)	面積・護岸長 (m ²)(m)	コンクリート護岸長/全護岸長 (m)(m)	面積(m ²) 外縁までの距離(km)	種数(種) 総重量(kg)	地下水量(l)	窒素・リン等 (mg/l)
抽水植物	沈水・浮葉植物	植物プランクトン	昆虫類	魚類	貝類	爬虫・両生類	鳥類
種数(種) 総重量(kg)	種数(種) 総重量(kg)	クロロフィル濃度 (mg/l)	種数(種) 個体数(匹)	種数(種) 個体数(匹)	種数(種) 個体数(匹)	種数(種) 個体数(匹)	種数(種) 個体数(匹)

2. 環境保全機能のモデリング 既往の研究や経験等を通して得られた知識を整理することで、ため池の環境保全機能を構成する要素（パラメータ）を Table 1 のように抽出し、パラメータ間の定性的な関係を定性微分方程式系で表現した。さらに、パラメータ同士の相互関係を考慮してそれらの関係性を組み合わせることで、Fig.2 のような模式図（モデル）を構成する。図中の(+)/(-)は「一方が増加すると、もう一方も増加／減少する」という定性比例の関係を表している。以前の研究²⁾から、水質浄化機能を表現する「栄養塩類濃度」や「植物プランクトン」に関するパラメータの数が多すぎると、定性シミュレート時に挙動予測が不能になる場合が頻出することが指摘されているので、Fig.2 ではモデルに用いるパラメータとそれらの関係性が複雑になり過ぎないように配慮している。

3. 定性シミュレートによる妥当性の検証 このようにして作成したモデルは、個々の関係

*大阪府立大学大学院生命環境科学研究科：Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Pref. Univ.
キーワード：多面的機能，環境保全機能，定性推論，ため池

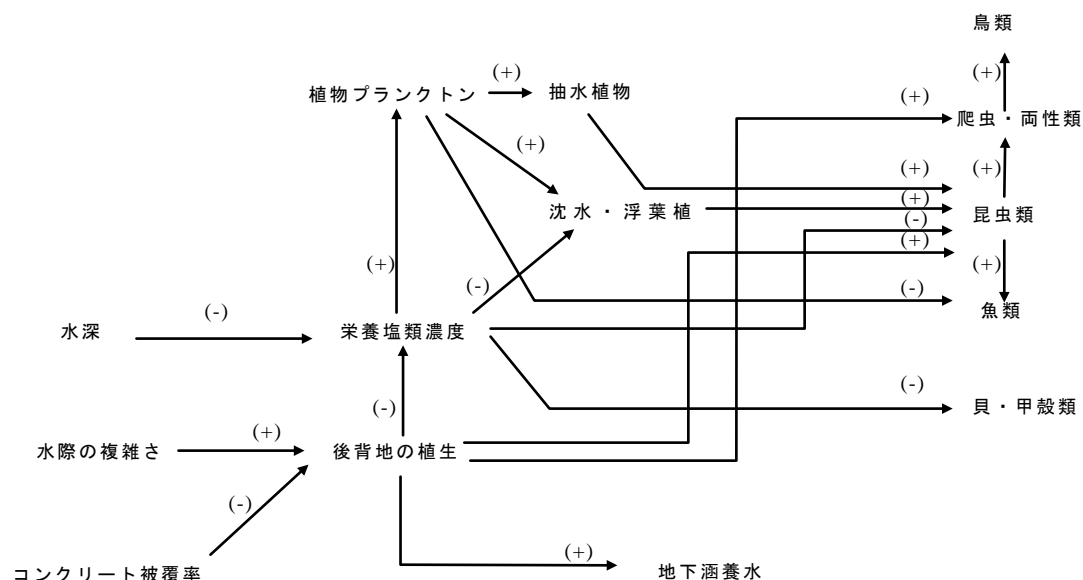


Fig. 2 : 環境保全機能モデル

Qualitative model for the function of inhabitant environment

性は既知の知識に基づいているので正しいとみなせるが、それらが相互に影響し合うことを考えると、モデルが全体として環境保全機能を適切に表現しているとは必ずしもいえない。そこで、Fig.2 のモデルが様々な条件下で適切な挙動を示すかどうかを、QSIM³⁾を用いた定性シミュレートによって検証した。前提条件として、ごく一般的な護岸の改修を意図して、パラメータの初期変化(「コンクリート被覆率」上昇、「水際の複雑さ」減少、「水深」上昇)を与えた。得られた解は360通りだったが、結果解釈の便利のために、パラメータの変化の傾向のみに着目して61分類に集約した (Table 2)。

Table 2 : シミュレート結果 (一部)

Classification of the results of qualitative simulation

後背地の植生	地下涵養水	栄養塩類濃度	植物プランクトン	抽水植物	貝・甲殻類	沈水・浮葉植物	昆虫類	魚類	爬虫・両生類	鳥類
↓	↓	~	~	~	~	~	~	~	~	~
↓	↓	?	?	?	?	↓	~	~	~	~
↓	↓	~	~	~	~	~	↓	~	↓	↓
↓	↓	?	?	?	?	↑	~	~	~	~
↓	↓	↑	↑	↑	↑	~	○	↓	↓	↓
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↑	↓	↓
↓	↓	?	?	?	?	~	○	?	↓	↓

↑ : 増加 ↓ : 減少 ○ : 一定 ? : 不明 ~ : 変化する

解の多様性 (36→61 通り) や挙動予測不能 (20→29 通り) といった問題は、以前のモデル²⁾より改善された。どのパターンも解も現実には起こり得ると考えられ、Fig.2 のモデルは妥当性を有していると判断できる。しかし Table 2 中の挙動予測不能は、栄養塩類濃度を決定するための情報不足が原因であると考えられるため、パラメータ間の関係性に重み付けをすることなどで情報不足を補うことで、モデルのさらなる改善が期待される。

5. おわりに 本研究では、環境保全機能のモデル化を行った。定性シミュレート結果より、このモデルは妥当性を有しているが、栄養塩類濃度の扱いに関して改善点も明らかになった。今後、この問題を解決することで環境保全機能モデルを完成させるとともに、他の機能についてもモデル化を進めていきたい。

引用文献 1) 工藤庸介・小柳大介・木全 卓: ため池の多面的機能のモデル化に対する定性推論の応用, 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科学術報告, 58, pp.7~12, 2006. 2) 工藤庸介・五幣雄太: ため池が有する環境保全機能の定性モデル化, 第 65 回農業農村工学会京都支部研究発表会, pp.156~157, 2008. 3) Kuipers, B.: Qualitative Simulation, Artificial Intelligence, 29, pp.289~338, 1986