

# ため池の多面的機能の整理・分析に対する定性推論の応用 Applying in Qualitative Reasoning in arrangement and analysis of the multifunctionality of irrigation ponds

○工藤 庸介\*・小柳 大介\*\*・木全 卓\*  
Yosuke KUDO\*, Daisuke KOYANAGI\*\* and Takashi KIMATA\*

**1. はじめに** 本来的に豊かな多面的機能を有した基盤施設を実現するためには、各機能を適切に規定し、設計基準の中に反映させなければならない。構造物の設計体系が性能基準へと移行しつつある<sup>1)</sup>近年の流れの中で、構造物の目的とそれに適合する機能の一つとして多面的機能を明示することには大きな意義がある。こうした機能を性能規定化するためには、それに係わる事象を的確かつ体系的に表現することが必要となる。そこで本研究ではため池の親水機能を対象として、これまでの研究や経験によって蓄積されてきた数々の知識（これらを定量的に取り扱うことは必ずしも容易ではない）を統合・整理するために、定性推論<sup>2)</sup>の手法の適用可能性を検討した。

## 2. 定性推論を応用した知識の整理

**2-1 パラメータの抽出** ため池が有する機能をFig.1のように整理し、これらの各機能に係わる植生や水質といった要素(以下、パラメータ)を、関連研究や実際の改修事例などを参考にして抽出する。

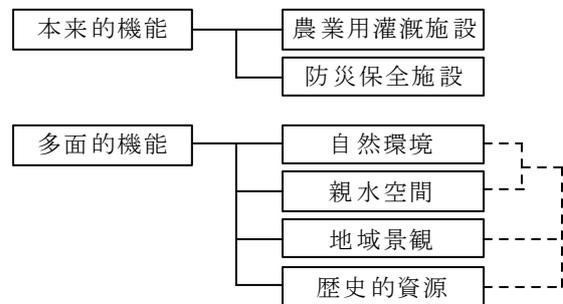


Fig.1 : ため池が有する機能  
Classification of the functions of irrigation ponds

**2-2 QDEsによるパラメータ間の関係の定式化** 多面的機能やそれらに係わるパラメータ間に成立する関係を定量的に規定することは困難であるため、これらの定性的な記述を可能とする代数的言語である、定性微分方程式系（以下QDEs）を利用する。ここでは、通常の算術演算子の他に量の間単調な関係を表すFig.2のような演算子を用いることができる。

- $y = M^+x$  :  $x$ が増加すると $y$ も増加する。
- $y = U^+x(a, b)$  :  $x < a$ のとき $x$ が増加すると $y$ は減少する。 $x = a$ のとき $y = b$ 。 $x > a$ のとき $x$ が増加すると $y$ は増加する。
- $y = S^+x(a, c)(b, d)$  :  $x < a$ のとき $y = c$ 。 $x > b$ のとき $y = d$ 。その他の場合 $y = M^+x$ 。
- $y = \text{abs-value } x$  :  $y$ は $x$ の絶対値。すなわち $x = 0$ のとき $y = 0$ 。その他の場合 $y > 0$ 。
- increasing  $x$  :  $x$ は増大する。
- non-increasing  $x$  :  $x$ は増大しない。

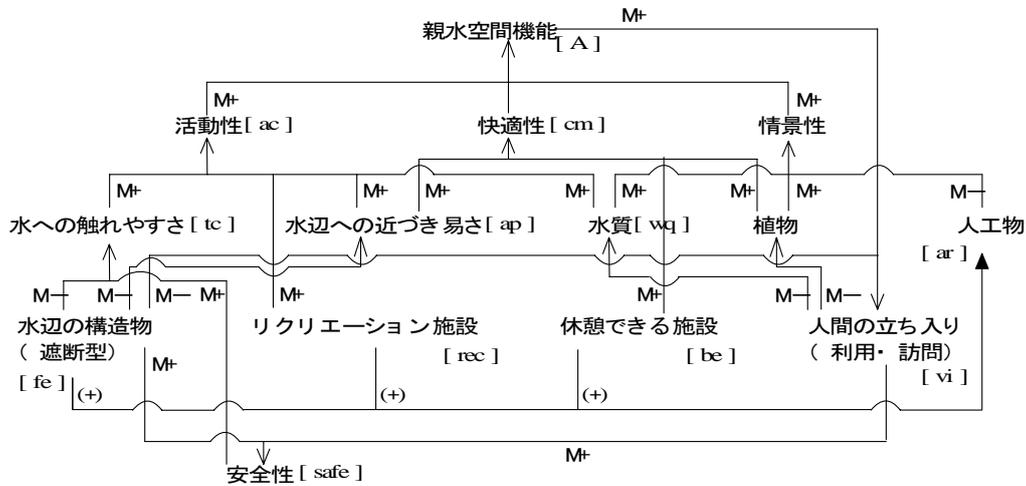
Fig.2 : QDEs で用いることのできる演算子  
Analytic functions on QDEs

## 2-3 定性シミュレーションによるモデルの評価

QDEsで記述した個々の関係を組み合わせて相関図のような形にまとめることで、ため池の多面的機能に係る事象のモデルを構成する。パラメータ相互が複雑に関係し合うこのモデルの適否を判断するために、QSIM<sup>3)</sup>というプログラムを用いて、ある前提条件を与えた場合に各々のパラメータや機能がどのような挙動を示すのかをシミュレートし、その結果を検討する。

\* 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.  
\*\* 国土交通省北海道開発局 : Hokkaido Regional Development Bureau  
キーワード : 多面的機能, 定性推論, 定性微分方程式系, 定性シミュレート, 性能規定化

**3. 親水空間機能のモデル** 親水機能を構成する主たる要素として活動性、快適性、情景性に着目し、さらにそれらに係わるパラメータを取り上げてそれらの定性的な相関関係を階層構造的にモデル化したものが、Fig.3 である。



**Fig.3 : 親水空間機能のモデル**  
Diagram of the function called amenity

**4. モデルの評価** Fig.3 のモデルに対して様々な状況を想定したいくつかの定性シミュレーションを行い、モデル中のパラメータの挙動を検討することで、モデルの妥当性を評価する。Table 1 は、ため池を周辺住民が楽しむことのできるように整備する（以下、公園化と呼ぶ）という状況を想定して、「親水機能向上・活動性、快適性、情景性向上・フェンス、レクリエーション施設、休憩施設の設置」という前提条件を与えてシミュレートした結果である。

**Table 1 : 推論結果**  
Result of reasoning

	親水機能	活動性	快適性	情景性	触れ易さ	近づき易さ	水質	植物	人工物	遮断構造物	リク施設	休憩施設	人の立ち入り	安全性
前提条件	◎	◎	◎	◎						◎	◎	◎		
分類1					~	↓	↑	↑	↑				↓	~
分類2	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	~
分類3					○	↓	↑	↑	↑				↓	↑
分類4					↑	↓	↑	↑	↑				↓	↑

↑ : 増加 ↓ : 減少 ○ : 一定 ? : 不明 ~ : 変化する ◎ : 前提条件

ここでは、公園化を目指した整備であるにも関わらず、人間の立ち入りが減少するという、目的と矛盾する結果が得られた。さらに、親水機能向上のために水質の向上、植物の増加が必要となっている。これは、人工物がマイナス要因として大きく反映されすぎているためと考えられる。このようにして、モデルの問題点や妥当性を明らかにすることができる。

**5. おわりに** 本研究を通して、QDEsを用いた曖昧で定性的な事象の定式化と定性シミュレートによるモデルの妥当性の検証という定性推論の手法が、ため池の多面的機能に関する知識の統合・整理に対して有効であることが確認された。今後はため池の各機能について関連する知識の整理・分析を進め、普遍的で説得力のあり、かつ分かりやすい多面的機能モデルの実現を目指していきたい。

**引用文献** 1) 中島賢二郎 (2001) : 設計基準の性能規定化作業例－設計基準「水路工」を事例として－, JIID研究レポート, 22, pp.87~99. 2) 西田豊明 (1993) 定性推論の諸相. 朝倉書店, 258pp. 3) Kuipers, B.(1986) : Qualitative Simulation, Artificial Intelligence, 29, pp.289-338.