

定性モデルによるため池の多面的機能に係わる知識の整理 Arrangement of knowledge on the multifunctionality of irrigation ponds by QDE

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

1. はじめに ため池のような基盤施設の整備にあたっては、施設が有する多面的機能の現状と可能性を適切に把握し、それを踏まえた整備計画の立案が求められる。しかしながら、個々のため池が現在どのような多面的機能を有し、また整備等によってどのような多面的機能が発揮され得るのかを判断することには困難が伴う。本研究では、対象の定性的な記述を可能にする定性微分方程式系（以下、QDE）¹⁾を用いてため池の多面的機能のモデルを構築することによって、ため池に関する曖昧な知識の整理を試みる。また、構築されたモデルに基づいたシミュレートを行い、そのモデルの妥当性を検討することで、より適切なモデル作りを目指す。

2. ため池改修事例に基づいた多面的機能に係わるパラメータの整理 本研究ではため池が有する機能を、農業利水や防災施設としての基本的な機能と、動植物生息の場あるいは水辺の空間が持つ安らぎの場としての多面的かつ公益的な機能とに大別し、前者を本来的機能、後者を多面的機能としてFig.1のように整理した²⁾。このうち多面的機能とそれに係わる植生や景観といった要素（以下、パラメータ）を整理するために、実際の改修事例において多面的機能に配慮して施された改修手法とその目的をまとめ、パラメータを抽出した。さらに、それらを大まかに分類することで、植生・植物、地形の質、水質、人から生物への影響、親水施設という代表的なパラメータを得た（Fig.2）。

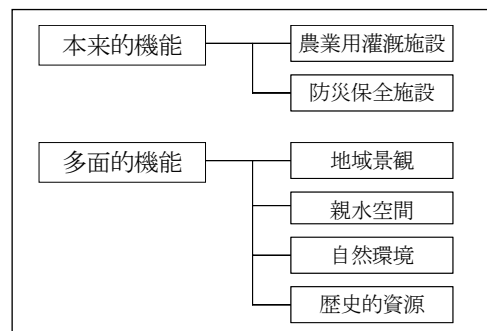


Fig.1 ため池の有する機能の分類
Classification of the functions of irrigation ponds

3. QDEを用いたモデルの構築 このようにして得たパラメータを用いて多面的機能をモデル化することにより、ため池の大まかな知識の整理を試みる。まず、Fig.2の代表的なパラメータと「生物の生息・生育環境機能」と「親水機能」との関係をFig.3の上部のようにQDEを用いて定式化した。さらに、「親水機能の高まりは人から生物への影響を増加させる」「親水施設が増えたと植生・植物は減少する」という関係を定式化した（Fig.3下）。

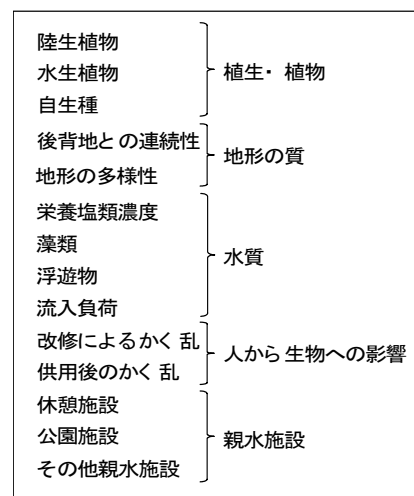


Fig.2 多面的機能のパラメータ
Parameters of the multifunctionality

図中の M+は「Aが増加（減少）するとBも増加（減少）する。もしくはBが増加（減少）するとAも増加（減少）する。」という定性的な比例関係を表す演算子であり、QDEを特徴付ける演算子の一つである。この

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{生物の生息・生育機能} = M+ (\text{植生・植物} + \text{地形の質} + \text{水質} - \text{人から生物への影響}) \\ \text{親水機能} = M+ (\text{親水施設} + \text{水質}) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{人から生物への影響} = M+ \text{親水機能} \\ \text{植生・植物} = M- \text{親水施設} \end{array} \right.$$

Fig.3 ため池の多面的機能に関する定性モデル
The qualitative model for the multifunctionality of irrigation ponds

Table 1 シミュレート結果の分類
Classification of the results of QSIM simulation

分類 1	機能		パラメータ				
	生息生育環境	親水	水質	親水施設	植生・植物	地形の質	生物への影響
	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↑

ような演算子を用いることで、多面的機能という定性的で曖昧な知識をモデル化できる。

4. 定性シミュレーションによるモデルの評価 構築されたFig.3 のモデルに基づいて、「生物の生息・生育機能と親水機能ともに増加を目指す。人が利用するための施設を増設する。地形の質が低下するというような整備改修を行う」という前提条件を与えてQSIM¹⁾によるシミュレートを行った。その結果、整備改修に伴う変化あるいは前提条件を満たすために必要な各パラメータの変化を得た。さらに結果をパラメータの変化の傾向のみに着目し分類することで、Table 1 のようにまとめた。この例では、全ての解を一つにまとめることができた。図中の網掛けは前提条件で規定された項目である。

Table 1 から、前述のような前提条件を満足させるためには水質の向上が必要であることがわかる。これは、シミュレートの前に十分予測できた結果であり、モデルはある程度の妥当性を有すると考えられる。ただしこの結果からは、前提条件のためにどの程度の水質改善が必要であるかということは知ることができない。

また、親水施設の増設に伴い植生・植物が減少してしまうということも読み取ることができる。しかしながら実際には、生物の生息・生育環境に係わる植生・植物は、親水施設と同時に向上する可能性もある。これは、このモデルの親水施設と植生・植物のパラメータが面積で表現されているためであると考えられる。したがって、親水施設の形態や、植生・植物の種数や希少種というような概念を取り入れることで、より妥当なモデルの構築が可能になると考えられる。

このような手法で複数の前提条件に対するシミュレートを行うことにより、モデルを様々な視点で評価し、検証することができる。これによって、パラメータ間の相互関係をより適切に表現したモデルを構築することができ、多面的機能に係わる知識を適切に整理することができる。

4.おわりに 本研究では、ため池の多面的機能について定性モデルを構築した。構築されたモデルに基づいたシミュレーションの結果より、このモデルはある程度の妥当性は有しているものの、親水施設、植生・植物のパラメータの扱いに問題があるということが分かった。ここで示したような手法を用いて、より妥当なモデルを構築し、適切な知識の整理を行うことによって、ため池の建造・改修・維持管理における多面的機能への効率的な配慮が可能になると考えられる。

引用文献 1) Kuipers, B.(1986) : Qualitative Simulation, Artificial Intelligence, 29, pp.289-338. 2) 工藤庸介 (2003): 豊かな地域空間を創出する社会基盤施設のあり方 (地域環境を考える会編: 農学から地域環境を考える), 大阪公立大学共同出版会, pp.125-130.