

○風間 聡 (東北大学)

横尾善之 (福島大学)

1. はじめに

蔵治らが第2モード水文学を唱えたのが2003年であり、それから10年が経過した。第2モード水文学とは水文学が他分野に拡大していくさまを表しており、芳村らは、様々な分野へ水文学が貢献し、水を介して社会や環境を俯瞰して眺めることが必要であることを述べた(芳村ら)。Okiらが2020年の水文学の姿を論じたのが2004年である。その中でも他分野との交流の重要性が述べられた(Okiら)。そうした流れは、融合分野の雑誌の発刊によって表れている。例えばWater Policyが1999年、Journal of Water and Healthが2003年、Journal of Hydro-Environmental Researchが2007年、Ecohydrologyが2008年、Water resources and economicsが2013年に創刊した。こうした雑誌が定常的に発刊されているを見ると、数多くの人が新しい水の融合分野に論文を投稿しており、横断的分野が現在進行形で拡大していることがわかる。こうした背景の中、著者は他分野へ挑戦すべきとの駄文を2003年の学会誌に載せた。その後、いくつかの分野に挑戦した例を紹介し、水文学の展開について論じる。

2. 生態水文学への展開

生態水文学の大部分は、植生と水循環の関係や物質輸送、環境についての内容である。Ecohydrologyの創刊当時の多くの論文は植生に関して、蒸発散や貯留など水文学と直接結びつけるものが多かったが、近年は生物量や多様性などの生物指標を水文学によって推定する研究数が増加している。水生生物の生息域の適性を知るために水の物理量を用いた方法が広く利用されている。PHABSIMは水文学と魚の生息域の関係性を数多く導いた。PHABSIMに関連したHSIモデルは魚だけでなく、生物全般に拡張されつつある。図1は分布型水文モデルを用いた宮城県名取川流域の平家ボタルの生息域の推定結果である(Nukazawaら)。多くの水生生物において0.7以上の的中率があり、水文モデルを利用した生物生息域推定に利用されている。複数の種の生息適性を推定できることによって、生物多様性または種多様性を推定することも可能である。最近では水の移動量(流量や蒸発散量など)が生物の交流を表しているとして、遺伝的多様性を推定する研究も増えつつある。これらの一部は生態学から分子生物学へ拡大しつつある。

3. 水文経済への展開

洪水、渇水、土砂災害などの水災害の被害を水文モデルから推定することは、多くの行政機関で取り組まれている。経済学で利用される費用便益の考えがよく利用される。国土交通省は、被害額または便益の計算のために治水経済マニュアル(案)を作成しており、一般資産等被害額に留まらず、公共土木施設被害額・公益事業等被害額の推定方法が指示されている。ここでも水文モデルが利用されており、例えば洪水被害において、浸水深と浸水期間などが被害額の計算に用いられる。また、バーチャルウォーターによる貿易収支や水資源を含んだ産業連関分析などにも経済学の視点が入り込められている。こうした経済評価は、水の様々な影響を統一的にとりまとめることが可能である。異なる分野の影響を包含して総合的に評価することは、個々の関連性に造詣の深い水研究者にとって有利な点であるといえる。治水と利水の定量的影響を解析した例として、最適発展モデルと氾濫モデルを用いて、メコン河の氾濫原(農業用地)を干拓によって工業用地に変換した場合のカンボジアの生産量の時間変化を表現することができる(Kazamaら)。

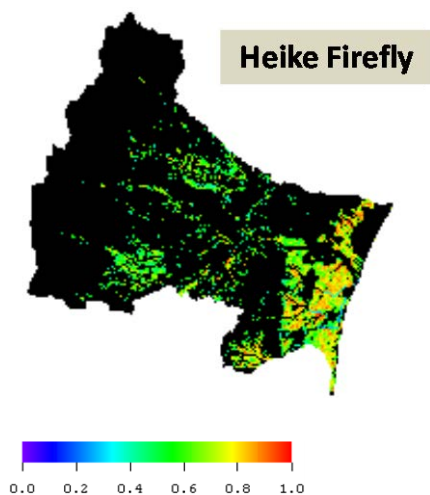


図1 名取川流域における平家ボタルの生息適性指数分布

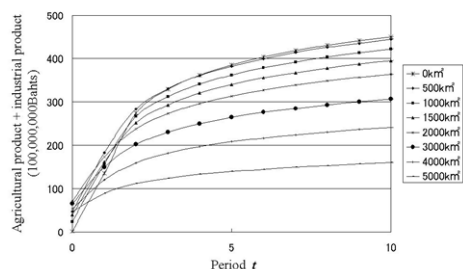


図2 メコン下流域の氾濫面積変化による生産量の時間変化

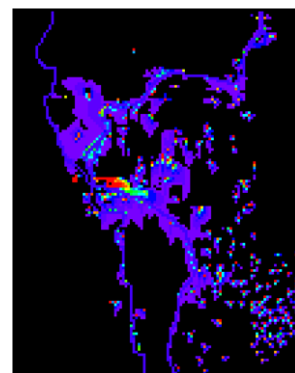


図3 メコン河下流氾濫原の水系感染症暴露率

4. 水文保健学への展開

水環境の分野では比較的古くから、水の物理量と感染症などの関係を導いている。土地利用区分や数値地図情報システムを用いて、アウトブレイクする場所を推定し、そのリスクを推定する研究が数多くなされている。その中で用量反応モデルはよく利用されるモデルの1つであり、用量を水流量から推定することがしばしば行われる。例えば、氾濫原の水系感染症リスクの推定に水位や湛水期間、浮遊砂量、栄養塩量などが用量の計算に利用される。Amanoらは、日射による大腸菌群の死滅を浮遊砂と水深から求め、蒸発散や浸透による水深減少から大腸菌群濃度の上昇を表現した。さらに人が大腸菌群に接触する濃度時間を求め、患者数との関係から感染リスクを求めた(図3)。同様の手法が他の細菌やウイルスに適用されている。

5. 水文学の専門性を生かす

今後も水に関連した雑誌の発刊が予想され、水の重要性が衰えることは無いと考えられる。水文学は自然現象を表現する多くのモデルを持っており、他の自然現象の表現に流用できることが多い。実際、様々な分野で水文学の核となす公式や関数が利用されている。さらに、景観や歴史への応用も期待されている。一方、モデル適用や組み合わせだけでは、50年後の論文参照率は大変低いものになると考える。モデルパラメータの推定をアウトプットから同定するだけでは、科学の本質を捕まえたことにはならない。モデルパラメータまたは関数の形の物理的または化学的解釈が必要である。水(量)と現象の本質的な関係を導くことが、息の長い成果となるだろう。それには丁寧な観測、計測、分析が重要であり、水文学の基礎分野の充実も必要である。応用研究が注目される昨今があるが、基礎研究も学会として手厚く勧める(進める)べきである。

参考文献：

- [1] 芳村他, 2020年の水文学と地球環境学を考える第2回研究集会」報告, 水文・水資源学会誌, 16(4), 449-455, 2003.
- [2] Oki et al., Hydrology 2020, IAHS, 2006.
- [3] 風間聡, 征服“新”応用水文学, 水文・水資源学会誌, 16(4), 2003.
- [4] Nukazawa et al., Evaluation of seasonal habitat variations of freshwater fishes, fireflies, and frogs using a habitat suitability index model that includes river water temperature, Ecological Modelling, 222, 3718-3726, 2011.
- [5] Kazama et al., Evaluation of flood control and inundation conservation in Cambodia using flood and economic growth models, Hydrological Processes, 23, 623-632, 2009.
- [6] Amano et al., Spatial - temporal distribution of waterborne infectious diseases risk, River Systems, 20, 185-196, 2013.

キーワード：生態水文学，費用便益，水系感染症