

第Ⅱ部門

食物連鎖による物質動態を考慮した流域水・生態環境モデルの構築

京都大学工学部研究科

学生員 ○藤原 寛太

京都大学防災研究所

正会員 浜口 俊雄

京都大学防災研究所

正会員 小尻 利治

1. 序論

近年人類による環境破壊が進み、それによる生態系への影響が懸念される。水系の生態系も例外ではなく、ここで適切に状況を把握するため、生態系のモデル化を行う。ここで水系、特に河川の生態モデルを食物連鎖の立場から構築することを目的とした。

水系の生態モデルにはCASMモデルと呼ばれるモデルが存在する。モデル構築の際、このCASMモデルを日本の諏訪湖に適応させたCASM-SUWA¹⁾とよばれる湖沼モデルを参考にしつつ、これを河川に適応できるよう独自に改良したCASM-Riverを提案する。その際、分布型流出モデルであるHydro-BEAM²⁾の計算結果を利用した²⁾。さらに構築したCASM-Riverを様々な条件に当てはめることにより本モデルの応用性を示した。

2. CASM-SUWAモデルの詳細

CASM-SUWA は諏訪湖における生態モデルである。具体的な生物として、植物プランクトン、動物プランクトン、底生昆虫、底生無脊椎動物、雑食性の魚、肉食性の魚の6種の生態の生物量を有される炭素量で表し、食物連鎖による生物量の変化を追いかけたモデルである。本研究ではCASM-SUWAの再現を試みたが、詳細な入力データが入手困難なため必要な設定は一部一般的な値を用いた。CASM-SUWAで用いられた式やパラメータ等で共通するものはCASM-Riverにも採用した。

3. CASM-Riverモデルの構築

実際に河川の生態モデルの構築を行う。対象生物は湖沼と異なり、まず生産者として付着藻類、そして消費者として底生昆虫や無脊椎生物を総称してベントス、藻食性の魚、雑食性の魚、肉食性の魚、最後に生物の死骸や腐敗物であるデトリタスの6種類の生物とした。それぞれの食物連鎖の相関図を図1に示す。またプランクトンは浮遊性の生物であるため、流れのある河川には存在しないとして無視した。モデル簡略化のために、滞流部はないものと想定した。

対象流域には淀川を選び、枚方市から大阪湾に至るまでの約30kmを対象流域に絞った。河川は湖沼のような閉鎖空間ではなく流動するため、淀川約30kmを1kmごと30個のメッシュに分け食物連鎖をメッシュごとの閉鎖空間で考え、それぞれにおける生物モデルを構築した。さらに上流から下流にかけてメッシュ番号を順に割り当てた。またそれぞれのメッシュで必要な水温や地形条件、水位などはデータ、もしくはHydro-BEAMによる結果を与えることにした。

浮遊状有機物質であるデトリタスは上流から下流へむけて沈殿、再浮上、分解を繰り返しながら移流する。これにより河川に適応させた分布型の生物モデルを表現している。最後にモデル構築に使用するパラメータであるが、これは生態モデルが1年周期で変動することを考えてパラメータを同定した。

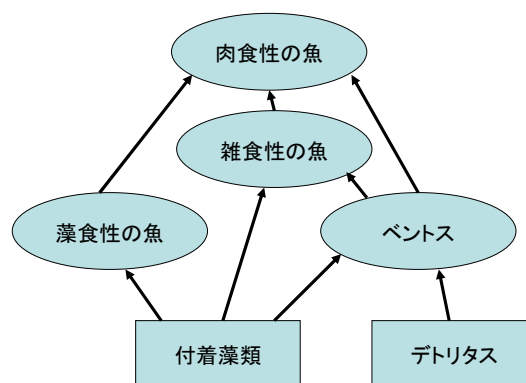


図1 食物連鎖の相関図

4. CASM-Riverモデルの応用

以上のことからCASM-Riverの設定や再現は出来た。ここではその有用性をはかるためにCASM-Riverの結果を基に、様々な条件を変化させCASM-Riverの応用を試みる。具体的に、地形的条件の異なる場所、水温の上昇(3℃)、そして最後に有害物質(LAS)による水質の変化の3つについて考えた。

5. 結果と考察

最上流のメッシュを例にとって考察する。生産者であるが、水温、日射量ともに最大値を示す夏において、付着藻類の増殖が著しいことが明らかになった。しかし一方デトリタスは夏になるにつれて減少する。これは微生物の活動が活発化し、多くのデトリタスが分解されたことを示している。また堆積していたデトリタスが、夏場の多雨による流量増大により再浮上にしたことを示している。消費者もそれぞれの捕食関係を反映した結果となっている。これらの結果図は紙面上割愛する。

次にメッシュごとの考察であるが、付着藻類、消費者、デトリタスの2月におけるメッシュごとの移り変わりをそれぞれ図2~4に示す。下流になるにつれて付着藻類が減り、デトリタスが増加している。このことは前述した水深が深くなるにつれ光量が減り付着藻類の光合成が発達せず、デトリタスが食物連鎖を支えるという形態に移り変わるという一般論に合致する。しかし、パラメータや外的要因を全メッシュで統一したため、下流になるにつれ1年で生物量が循環するという結果までには至らなかった。

またCASM-Riverの条件を変えて応用させた結果である。温暖化による水温上昇は一般的に3℃という値が予測されている。そこで温暖化の影響を視野に入れ水温が3℃上昇したときの適応結果に言及する。最上流メッシュにおける一年を通しての付着藻類の変化を図5に示す。最も顕著な変化は、付着藻類の異常なまでの増殖である。また生産者は肉食魚を残しほぼ死滅したことも特筆すべき点である。これらの結果より、CASM-Riverは温度に対する感度が非常に高いことを示している。水温変化以外に地形変化、有害物質による影響を考えたが、ともに水温変化ほど極端な挙動は示さなかった。しかしこれらの結果からCASM-Riverはさまざまな条件に対しても柔軟に対応できるモデルであるであることがわかった。

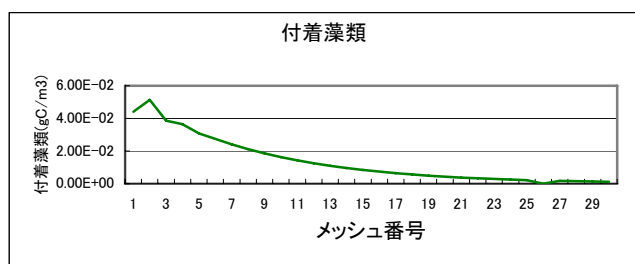


図2 CASM-Riverの結果(付着藻類・2月)

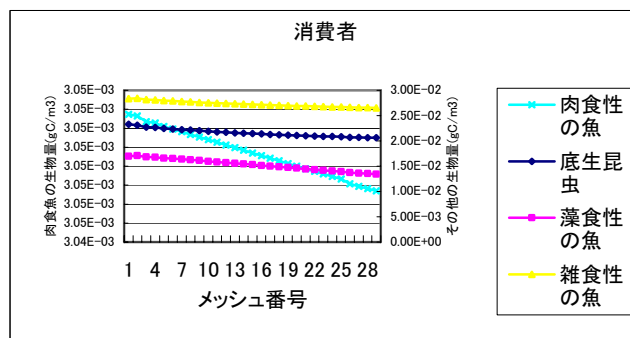


図3 CASM-Riverの結果(消費者・2月)

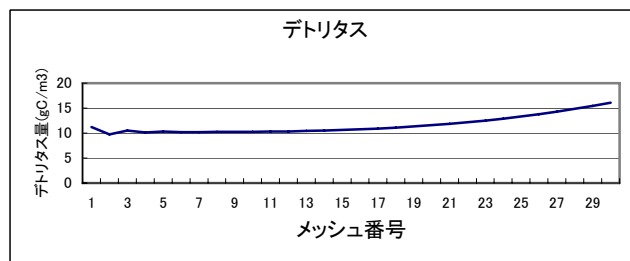


図4 CASM-Riverの結果(デトリタス・2月)

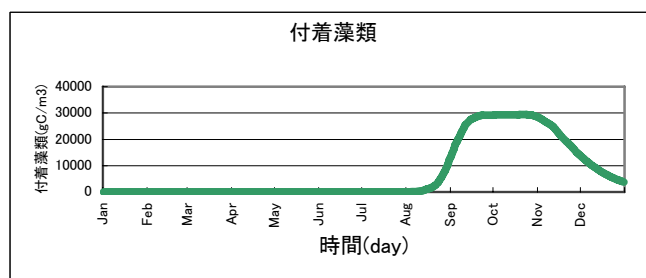


図5 水温の上昇による適応結果(付着藻類)

6. 結論

本研究では、湖沼モデルであるCASMを河川に適応させることを第一の目的とした。その際Hydro-BEAMから得られた外的条件をCASM-Riverに与えることにより、分布型の生物モデルを構築することで河川を表現した。さらにそのCASM-Riverを用いて様々な条件でモデリングすることで、このモデルの詳細を調べるとともに有用性を示した。これにより温暖化や化学汚染などに対しても対応できるという可能性を示した。今後はパラメータ等の不明確な部分を解消し、より信頼性の高いモデル構築を目指す。

参考文献 1) Wataru Naito, Ken-iti Miyamoto, Junko Nakanishi, Shigeki Masunaga, Steven M. Bartell: Application of an ecosystem model for aquatic ecological risk assessment of chemicals for a Japanese lake (Water Research, 36, pp.1-14) 2002
2) 小尻利治, 東海明宏, 木内陽一: シミュレーションモデルでの流域環境評価手順の開発