

流域圏環境統合モデリング構築に関する基礎的研究

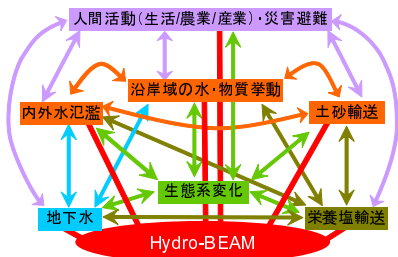
Fundamental Study on Integrated Modeling for Basin-scaled Hydrological and Environmental Dynamics

浜口 俊雄・鈴木 靖・竹門 康弘・佐藤 嘉展・田中 拓馬・田中 茂信
Toshio HAMAGUCHI, Yasushi SUZUKI, Yasuhiro TAKEMON, Yoshinobu SATO, Takuma TANAKA, Shigenobu TANAKA

This study proposes an integrated model of basin-scaled hydrological and environmental dynamics including coastal water behavior in two dimensions. We conventionally have runoff, load transfer, water temperature, groundwater, sediment yield/transfer, chemical load yield/transfer, flooding/inundating, transient biomass, coastal water and human-activity effect models in space and time. These ones, nevertheless, were proposed at their appropriate scales, respectively. This research attempts to link them to each other at the common scale in considering the relationships among them. The model proposed herein is an integrated one based on the abovementioned ones with the mutual reactions. It can be proven that the integrated model is interpretively produced with compound effects corresponding to water-related dynamics at river basin scale.

1. 序論

流域・沿岸域(流域圏)では, 斜面や河道の水・物質動態, 水温動態, 地下水動態, 土砂動態, 栄養塩動態, 内外水氾濫動態, 生態系動態, 沿岸域の水・物質動態,



基本構造: 多層分布型流出モデル+化学的・生態学的環境評価モデル

図 1: 流域圏環境統合モデル関連図

人間活動系動態が相互に作用し合う状態にあり, それぞれの環境はそれらの動態に基づき時空間的に変化する。それを一つのシステムで統合化管理できる流域圏環境モデル(図1)を構築すれば, 連成を避けた近似モデル(コンパートメントモデル)も不要になり, 治水・利水管理面で持続可能な条件の検討が一手に出来るようになる。現状は, 上記の各動態モデルのほとんどがそれぞれ独立的に考案され, モデルの次元(平面2次元, 鉛直2次元, 流路1次元, 3次元)やモデル化された離散化スケール(空間分解能, 時間差分)もそれぞれのモデル化概念に基づいて提案されていて不揃いであり, 同時に考えるには事前に次元やスケールの共通化を図る必要があるが, 同概念に矛盾しないように時空間離散化スケールをアップ/ダウンスケーリングで対応することが一般的である。本研究では, 既存の水文流出モデルをベースに据え, 水・物質の各項目動態の追跡を山地分水嶺から河口を経て沿岸域まで空間拡大し, 1つの流域圏で物理学的・生態学的・社会的に相互作用し合う各動態を一手に総合評価できるような統合化モデルの開発を進めている。

2. 動態モデル

斜面・河道の水動態モデルには分布型流出モデルのHydro-BEAM¹⁾を考え, これをベースに各動態と関連していく。すでに河道の物質動態モデルや水温動態モデルは上記モデルに組み込まれている。地下水動態モデルには, 貯留域から非貯留域にまで拡張して流域全体で定義できる一般化地下水流動モデル²⁾が利用可能と考えられる。土砂動態は, 斜面の生産動態と河道の輸送動態に分かれ, さらに同輸送動態は掃流砂輸送・浮遊砂輸送・ウォッシュロード輸送に分類して考える。掃流砂・浮遊砂

モデリングに関する詳細は参考文献³⁾を参照されたい。ウォッシュロードモデリングに関しては, SSにほぼ等しく濃度輸送で考えればよいから, 河道物質動態とほぼ同じになる。土砂生産モデリングは計算セルサイズに見合う物理(降雨強度や勾配など)影響として統計モデルのUSLE式を用いることが適当と判断できる。栄養塩動態も土砂動態と同じく斜面生産と河道輸送の各動態に分かれ, 輸送動態はすでにHydro-BEAMの水質動態として組み込まれている。生産動態は土砂生産のUSLE式に近いモデリングや統計LQ式が必要となる。内外水氾濫動態は, 溢水ならびに氾濫水の平面挙動が流出モデルと連成するには同じスケールのモデルが必要であり, 既存の平面氾濫モデルではなく, 新たにマクロレベルで導出された氾濫水伝播モデル⁴⁾を用いる。生態系動態は, 食物連鎖並びに生物濃縮の過程まで考慮したバイオマス動態を検討することで河道での動態が表現できる。同モデリングは湖沼のCASM-Suwaモデルを河川に適合提案されたCASM-Riverモデル⁵⁾による時空間展開モデリングを用いる。沿岸域の水・物質動態は, Hydro-BEAMと沿岸海洋モデルを直結し, 平面的に河川水が海に流れ込むモデリングが水温やSSの挙動との連成とともに出来ている⁶⁾。人間活動系動態は, 利水(上水・農水・工水)の利用影響や温水の排水などの水量・水質モデリング, 土地利用の時空間変動のモデリング, それらと人口密度の分布動態モデル, などを行う予定である。

3. 結論

モデル概念の時空間スケール共有化や連成事項の定式化が重要であり, それぞれ独立した複雑な動態モデルを連成的に結合させていくには更なるモデル再構成と同時結合作業の時間が必要である。

参考文献

- 1) 小尻利治・黒田良人・東海明宏(1997): GISベースでの水環境シミュレーションと環境評価モデルの開発, 第5回地球環境シンポジウム公演集, pp.209-214.
- 2) T.Hamaguchi(1998): Studies on inverse problems relating to design for underground dam through new modeling for groundwater flow with moving boundaries, *Doctoral dissertation*, Kyoto University.
- 3) 浜口俊雄・田中拓馬ら(2012): 分布型流出モデルに沿ったマクロスケールでの土砂生産・輸送モデリングの基礎的研究, 京都大学防災研究所年報, 第55号, pp.501-509.
- 4) 浜口俊雄・小尻利治ら(2011): 分布型流出モデルと統合化可能な内・外水氾濫マクロモデルの開発, 京都大学防災研究所年報, 第54号, pp.673-681, pp.501-509.
- 5) 藤原寛太・小尻利治ら(2009): 食物連鎖と流域水循環を考慮した生態評価モデルの構築, 京都大学防災研究所年報, 第52号, pp.781-794.
- 6) 鈴木 靖・佐藤嘉展ら(2012): 流域圏統合モデルによる伊勢湾への河川水の影響評価, 京都大学防災研究所年報, 第55号, pp.511-517.