

鼎 信次郎

東京工業大学 大学院情報理工学研究科・准教授

世界の持続可能な水利用の長期ビジョン作成

§ 1. 研究実施の概要

世界の持続可能な水利用の実現に貢献するために、未来の世界の水需給を算定し、水資源逼迫に対する Critical Level の設定とその回避のための長期ビジョンの作成を行おうとするのが、本研究のねらいである。

将来の水資源の算定において、気候シナリオと社会シナリオの設定は重要であり、本研究においても主要な研究要素と位置付けられている。H21 年度後半も、これらの設定に鋭意取り組んだ。まず、世界の水資源持続可能性評価のための新しい将来社会シナリオのデータ整備に着手し、その一部として最大可能バイオ燃料作付け分布の算定を行なった。また、世界水資源モデルを用いた過去再現シミュレーションのために 20 世紀の気候データを整備するとともに、21 世紀の気候シナリオの整備に着手した。

上記のような水需給の将来予測に関する研究を行う一方で、水利用や水資源の持続可能性の判定のためには、地域ベース・要素ベースの研究の進展が必要である。本チームでは農地・水環境(生態)・ストック型水資源に関する研究を行っている。本年度は、灌漑農地については重点研究サイトを選定し、その協力体制を確立させ、重点サイト以外の各地の灌漑専門家との協力関係も構築した。水環境については、物理生息場と水質の定量評価に基づく方法論を検討し、流況指標として提案した。その上で、世界の主要河川の流量データを取得し、全球展開を開始した。ストックについては、温暖化による氷河融解のシミュレーションを実現し、その人工衛星データによる比較検証などを行った。

§ 2. 研究実施体制

(1)「代表」グループ

- ① 研究分担グループ長： 鼎 信次郎（東京工業大学、准教授）
- ② 研究項目：
 - ・総括
 - ・将来社会シナリオの作成
 - ・持続可能な水利用の「道筋」の算定・提示
 - ・Virtual Waterの考えを応用した「水の安全保障」に関する提言の試み

(2)「農業・地域計画」グループ

- ① 研究分担グループ長： 長野 宇規（神戸大学、准教授）
- ② 研究項目：
 - 持続可能な水利用と農業

(3)「政策」グループ

- ① 研究分担グループ長： 遠藤 崇浩（筑波大学、准教授）
- ② 研究項目：
 - 持続可能な水利用のための政策オプションの検討

(4)「水環境」グループ

- ① 研究分担グループ長： 吉村 千洋（東京工業大学、准教授）
- ② 研究項目：
 - 水域生態系および都市のための持続可能な水利用の検討

(5)「全球モデル」グループ

- ① 研究分担グループ長： 花崎 直太（(独)国立環境研究所、研究員）
- ② 研究項目：
 - 全球水資源モデルによる世界の水需給見通しの計算

(6)「気候」グループ

- ① 研究分担グループ長： 山田 朋人（北海道大学、准教授）
- ② 研究項目：
 - 将来気候シナリオの作成

(7)「ストック」グループ

① 研究分担グループ長:平林 由希子 (東京大学、准教授)

② 研究項目:

ストック型水資源(氷河等)の持続可能性の検討

§ 3. 研究実施内容

(1) 代表グループ及び気候グループ

代表グループでは、将来の気候シナリオと社会シナリオの設定について取り組んだ。社会シナリオに関しては、将来の水資源予測に用いるために、IPCC の新シナリオである RCP シナリオの調査を行なった。また、社会シナリオの一部として、土地利用のシナリオはきわめて重要であるが、その要素として水循環・水利用の観点から重要である世界的なバイオ燃料作付けの拡大に着目し、本年度は世界全体における最大可能バイオ燃料作付け分布の推定を行なった。

また、全球水資源モデルの入力データとして、1948 年 1 月から 2007 年 12 月までの 60 年間の全球 0.5 度の日気象データセット (地表気温、降水量、降雪量、比湿、長波放射、短波放射) の構築・整備を行い、FTP サーバ上に公開を行った。このデータは過去数十年の全球水資源モデルのシミュレーションに用いると同時に、21 世紀の気候シナリオデータ作成時のバイアス補正の基礎データとして用いる予定である。実際、21 世紀の気候シナリオデータ作成も開始した。

また、温暖化によって中緯度帯では洪水や渇水災害の強度ならびに頻度の増大が予測されているが、これらの極端現象は高気圧や低気圧の数や強度、つまり大気波数の変化によって生じる。そこで、気候モデルの出力値を用い、20 世紀と 21 世紀における高緯度と低緯度帯における南北の温度傾度と大気の波数の関係を調べたところ、春と秋において中緯度では温度傾度ならびに大気波数の減少が予測されていることが分かった。今後は、これらの結果を 21 世紀の極端な渇水および洪水の生成へと結びつけるべく検討を進める予定である。

(2) 農業・地域計画グループ

灌漑農地についての水資源変動に対する Critical Level の同定を行うため、全球の農業生産性の時系列評価には衛星データを用い、水資源制約が確認できた地域については地域水資源モデルおよび灌漑管理実効評価モデルを用いて詳細分析を行うことが本グループの目的である。

本年度は全球スケールでの分析を行う際に、その精度を担保する重点研究サイトの選定を行った。具体的には、トルコのセイハン河下流域において既に開発済の灌漑管理実効評価モデルに塩分移動項を追加するための重点モニタリングサイトを設けた。また、ユーフラテス河上流域で 1990 年代から展開している巨大水資源開発プロジェクト、GAP (Guneydogu Anadolu Projesi) について現地の研究者と協力関係を確立した。インド、スーダン、中国、ベトナムでは現地調査

は行わない予定だが、解析結果の妥当性を検証してもらうため、各地の灌漑専門家と協力関係を構築した。

一方、Critical Level を設定する際に必要となる、Performance Assessment、Sustainability Criteria などの概念についての文献調査を行った。オーストラリアでは水危機に対応するため、Global Reporting Initiative の様式にならって灌漑農業の持続可能性を1) 環境、2) 経済、3) 社会性から検証する報告書の導入が進んでいる。危機回避シナリオ作成の参考とするため今後も調査を進める予定である。

(3) 政策グループ

「持続可能な水利用のための政策オプションの検討」を行う政策グループにおいては、主要調査対象であるカリフォルニア州において、先行事例研究のための文献収集を行った。具体的には同州の過去の水利用政策に関する諸文献、地下水料金課徴金制度、地表水と地下水の連結利用、下水処理水の再利用など複数の政策オプションを同一の地域で展開している同州オレンジ郡用水組合関連資料の収集を行った。

(4) 水環境グループ

水域生態系および都市の持続可能性を保障するために流域内の水利用に関して対応策を提案するために、研究期間を通して、①水域生態系の生物群集を保全するために必要な流況の明確化、②都市における水利用の高度化レベルの明確化と各種投入技術の検討、③水環境と水利用を持続可能とするための対応策の提案という3課題を設定している。

本年度は課題①を念頭に水域生態系と水利用の関係を明らかにするため、それらと密接な関係にあるダムに着目し、物理生息場と水質の定量評価に基づく方法論を検討した。物理生息場に関しては、魚類生態と関連する流況を流況指標として提案し、国内の57河川を対象として魚類群集（科レベル）ごとに種多様性と流況やダム貯水量との関係を解析した。その上で、世界の主要3,035河川の流量データを全球河川流量データセンターより取得し、同様の解析を全球に展開するデータを整えた。一方、水質に関しては、流量と濃度（有機物や浮遊砂など）および流下負荷量の関係を類型化した上で、木曽川水系での調査結果を活用してダムの影響を有機物と重金属に関して整理した。そして、平成22年度より実施予定の国内外での水質動態調査に備えて、自動採水器および各種分析装置を整備するとともに、予備的調査を多摩川で実施した。今後、全球及び流域スケールにおいて以上の取り組みを継続し、課題②や課題③につなげる。

(5) ストックグループ

全球氷河モデルの開発を行い、観測データを用いた検証とモデルの改良を行った。具体的には、世界氷河観測機関（World Glacier Monitoring Service /WGMS）から氷河の質量収支データを取得・整備し、年平均の質量収支に関しては世界の約100地点、夏収支ならびに冬収支

に関しては約 20 地点のデータをもとにモデルの氷河の融解に関して検証を行った。その結果、地域的な氷河の質量の年平均の増減傾向は適切にモデル化されているものの、個々の氷河に関しては、季節的な氷河の融解と涵養のバランスが現実的に再現できていない場所が散見された。この理由は、主に、全球気温データセットから推定した氷河の標高における地表気温が、雪氷上の冷却効果を勘案していないため、現実よりも高くなったために冬季（涵養期）の融解量が過大になってしまうことである。モデル内の雪氷上の気温データ推定式を改良するためには、氷河サイトの気象観測データの収集が必要であり、次年度以降の課題とする。

アジア・ヒマラヤ地域の氷河モデルの近年の融解量に関して、モデルの 1961 年～2003 年の平均の年氷河融解量は 25Gt と推定され、Dyurgerov and Meier による既存の質量観測データにもとづく推定値とほぼ同じ値を示していた。また、同じ地域での氷河融解量を人工衛星 GRACE に基づく推定値と比較し、近年の融解量の加速傾向がモデルで適切にとらえられており、人工衛星データとも整合性があることを示した。