

地球規模水循環変動が農業水利用に及ぼす影響評価の試み Analysis of Effects of Global Changes in Water Cycle on Agricultural Water Use

○増本隆夫* 堀川直紀* 吉田武郎* 谷口智之*

○MASUMOTO Takao*, HORIKAWA Naoki**, YOSHIDA Takeo*, TANIGUCHI Tomoyuki*

1. はじめに 湿潤地域の水資源や農業水利用は、乾燥地・半乾燥地と大きく異なる一方で、明確な乾期と雨期が存在し、同地域内に大きな多様性があることが特徴である。そこで、地球温暖化に関連して、その農業水利用の多様性をどのようにモデル化し、それを用いてどのような影響評価やシナリオ分析と対策の提案が可能かについて具体的に例示する。

2. 農業用水に対する影響評価の現状 (1)現在までの検討事例: 気候変動や地球温暖化が農業用水利用に対する影響評価は、1990年代には気候変化シナリオを水文モデル(当時、対象流域に集中型モデルを利用)に入力して流域が持つ水資源賦存量の変化として評価を行ってきた。さらに、IPCCの第4次報告によると、中緯度の一部の乾燥地域と乾燥熱帯地域で、河川流量と利用可能水量が10~30%減少し、一方で高緯度地域と一部の湿潤熱帯地域では河川流量と利用可能水量は10~40%増加すると予測される。しかし、これらの報告では、農業水利用に関して、年蒸発散量や利用可能水量の変化として示されているだけで、いまだ確固たる情報は得られていないのが現状である。(2)今後の対応方向: 農業施策の中で個々の事業地区や施設が流域の中でどのように位置付けられ、また全水循環の中でどのように影響評価を行うかが重要である。しかし、現在の地球温暖化実験の中では、農地や農業への考慮は十分ではない。そこで、今後は個々の農業用施設や各種の農業水利用(例えば、上流ダム、上流取水、農地水管理、下流低平地の排水事業)が流域水循環の中でどのような役割を担っているかを明らかにする必要がある。そのためには、後述する多様な各種農地水利用形態(水管理も含む)を評価モデルに組み込む必要があり、さらに流域レベルを対象に従来の集中型から分布型水文モデルへの移行が重要となってくる。

3. 農業水循環のモデル化 (1)モンスーンアジアの水資源と水田農業の多様性: この地域は、農業用水利用が主体である、水田灌漑形態が様々である、干ばつと洪水が共に発生するなどの特徴を持っている。国際河川のメコン河はその代表的流域と考えられ、農地面積は全流域の4割を占め、9%弱の灌漑率ながら、国や地域ごとに特徴的な灌漑や天水農地について多様性に富む農業水利用がある¹⁾。(2)多様な農業水利用のモデル化: 水と食料の影響分析の一環として「様々な農地水利用を組み込んだ分布型水循環モデル」を構築した^{2),3)}。本モデルは、変動流出寄与域の概念を導入した0.1°のメッシュを持ち、4つのサブモデル(a.基準蒸発散量推定モデル, b.作付時期・作付面積推定モデル, c.農地水利用モデル, d.流出モデル)から構成され(Fig.1)、送配水効率などの水管理の実効性を表す指標も組み込まれている。作付時期・面積モデルの導入により、作付けパターン

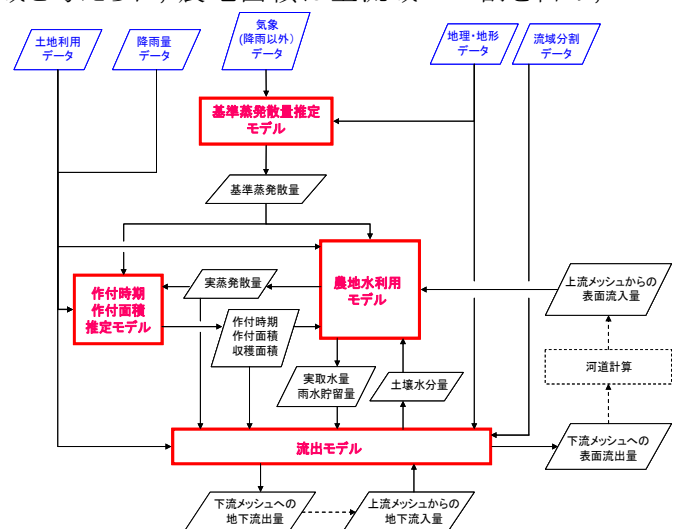


Fig.1 分布型水循環モデルによる算定方式
Outline of a Distributed Water Circulation Model

* 農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering

キーワード: 地球温暖化, 水循環変動, 分布型水循環モデル, ダム管理, 洪水対策

の違いや品種毎の作付・収穫面積の推定が可能となっている。また、流出モデルでは、各メッシュ毎で表面流出と地下水移動量を算定している。1999～2003年の5年間の各種データを用いて、モデルの適用結果の検証も行った²⁾。さらに、氾濫湛水に関わる水利用を評価するため、FEMによる氾濫湛水と灌漑形態のモデル化を行った⁴⁾。

4. 水循環モデルを利用した影響評価と対策

(1)融雪問題にみる影響評価:地球温暖化が農業水利用に及ぼす影響として、融雪時期・量の変化に伴う農業用取水可能量の変動予測が可能である。例えば、利根川と信濃川での積雪・融雪への影響評価ができる⁵⁾。(2)メコン河水循環の2020年の影響評価:RR2002課題6/「アジアモンスーン地域における人工・自然変化に伴う水資源変化予測モデルの開発」の中では、山梨大、土研、農工研等が流域変化シナリオの作成を行った⁶⁾。そこでは、高精度・高分解能気候モデルにより20kmメッシュで算定された現在と将来(IPCC SRESA1Bシナリオの2080-2099)の降水量(4.2%の増加)と気温(流域平均で2.6℃)を入力とした解析も行われた。(3)渇水への対策:

地球温暖化に伴う渇水の先鋭化や増加に対しては、上記分布型モデルを流出予測とダム管理に役立てるとともに、将来対策として単独ダムやダム群の運用曲線の変更の可能性について検討した⁷⁾。そこでは、農業用水の確保のために、利根川上流域のダム群が持つ制限水位曲線(5～9月、Fig.2参照)を変更して洪水と渇水を一体としたダムの弾力的運用について検討している。

(4)異常洪水への対策:水田の持つ洪水防止機能を、温暖化に伴って増大する洪水危険度の削減策として利活用する。水田が洪水貯留と灌漑水の補給の両機能を果たしている典型例はメコン河流域の洪水に見ることができ、低平水田が年間全洪水量の20%程度を貯留しているとの推定も行われている⁸⁾。上記のような機能を都市河川の流量と都市近郊水田の洪水防止能力も定式化して流域レベルで評価し、さらにその機能を積極的に利活用しようという試みがなされた(Fig.3)⁹⁾。

5. おわりに 湿潤地域の水資源や農業水利用の多様性とそのモデル化の試みについて述べた。さらに、地球規模の水循環変動や地球温暖化への対策にその多様性と持続性をいかに利活用するかの方方向性について紹介した。

参考文献:1)清水克之・増本隆夫(2006)地形, 27(2):235-244, 2)谷口智之ら(2007)水文・水資源学会 2007 年度研究発表会:62-63, 3)Masumoto, T. et al. (2007) PAWEES 6th Intl. Conf., Seoul, Korea: 88-107, 4) Pham, T.H. et al. (2008) Hydrological Processes: DOI: 10.1002/hyp.6942, 5)井上聡ら(2001)地球環境, 6(2):259-266, 6)文科省研究開発局新世紀重点研究創生プラン(RR2002)課題6(2007)平18年度研究成果報告書:1-280, 7) Masumoto T., et al. (2006) Paddy and Water Environment, 4(4): 205-210, 8) Masumoto, T. et al. (2004) ACIAR Proceedings, 116: 136-146, 9)増本隆夫ら(2006)農工研技報, 204:115-128

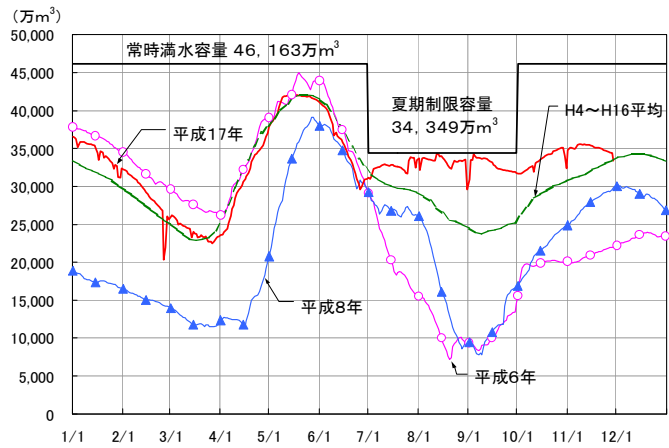


Fig.2 利根川上流7ダムの持つ夏期制限水位と容量の変更
Change of Dam Operation Rules for Summer Time in Seven Dams of the Upper Tone River Basin

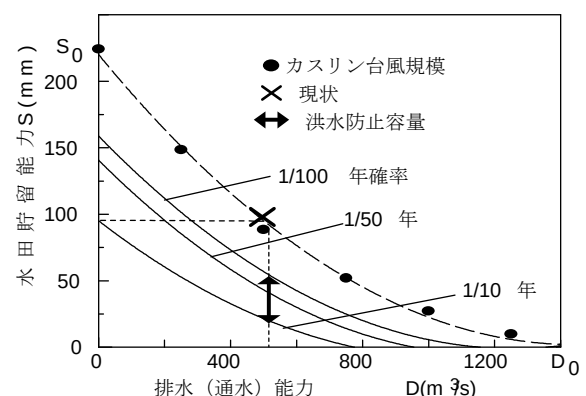


Fig.3 都市河川流量と水田貯留能力の関係(小貝川)
Relation between Drainage and Storage Capacities in the Kokai River Basin