

地球規模食料需給モデルの水田主体流域への適合性向上に関する研究
Study of improving the validity of global scale water-crop production model for rice paddy
dominant regions

○凌 祥之*, Charlotte deFraiture**,内田 実*, 亀山幸司*
○Yoshiyuki SHINOGI*, Chralotte deFratire**, Minoru UCHIDA*, Koji
KAMEYAMA*

1. 研究目的

水に関連する諸問題が食料の需給にどのように、またどの程度影響を及ぼすかを解明することは重要である。これまで、地球規模でそれらを評価するためのモデルとして、IMPACT-WATERなどが開発されている。しかし、畑主体に開発されたこれらのモデルが水田主体流域への程度適合するかについては十分な議論がされていなかったと推測される。水田は主要な作物のひとつであるコメを作り、稲作では世界中の約40%の水を利用する。水循環を考える上でモデルの水田主体域への適合性の向上は必要である。これまで、IMPACT-WATERを対象に、このモデルを水田主体流域へ適合させるに当たり、水田と畑の水利用の違いについて抽出した。本報告では、モデル中の様々な係数や概念について、更に検討を進めた結果を報告するものである。

2. 研究手法

これまで、モデルへの適応、反映を考え、水利用に関し、畑と水田の違いとして以下の6点を抽出した。つまり、1)収量反応係数、2)作付け面積係数、3)有効降雨（主に集水面積を表す係数 λ ）、4)流域係数（Basin Efficiency; BE）、5)地下水涵養、6)水配分シナリオ、である。これらについて、主にコメの係数値（収量反応係数、作付け面積係数及び集水面積を表す係数 λ ）、水管理指標としてのBEの概念及び地下水涵養量とその係数、水配分シナリオの実態を、IMPACT-WATERをベースにした改良中のWATER-Simモデルを基に、既往の実測値から検討した。用いたデータはFAO(1998)、Shiklomanov(2000)、IMPACT-WATERのもので、国レベルのものであり、一部は推測を行った。

3. 結果と考察

1) 収量反応係数 (k_y) ; モデルでは作物の収量は蒸発散量（可能、実）及び収量反応係数から算定されるとなっている。Table1 はイネの収量反応係数 (k_y) について、実測値を用いて試算した結果である。収量の実測値より、タイ国における平均の収量反応係数は0.9程度であった。これは概ね他の作物の平均値に比べても大差はない。

2) 作付け面積係数 (ε ; 弾性係数) ; コメの価格弾力係数を検討した。コメは主食となる場合が多く、商品作物のように価格弾力性が大きくないはずで、一義的に作付け面積が価格のみで決定されるとは考えにくい。Table2 は価格弾性係数 (ε) と価格変動が作付け面積（タイ、天水条件）に及ぼす影響を示したものである。Tableのように、作付け面積は ε や価格の影響を殆ど受けない。

*独立行政法人 農業工学研究所 (National Institute for Rural Engineering), **国際水管理研究所(International Water Management Institute)

Table 1 K_y の違い (タイの事例)

Difference of K_y (Thailand)

タイ	収量減少 ton/ha	収量 ton/ha
ky = 1.1	0.25	1.38
ky = 1.0	0.22	1.42
ky = 0.9	0.20	1.43
ky = 0.8	0.18	1.44
ky = 0.7	0.17	1.45

Table 2 価格差と弾力係数が及ぼす影響

Impact of price and elasticity

タイ	価格 = 100% 天水条件	価格 =75% 天水条件	価格 =50% 天水条件
$\epsilon = 0.15^*$	5.434	5.209	4.901
$\epsilon = 0.12$	5.434	5.25	5.031
$\epsilon = 0.09$	5.434	5.295	5.105
$\epsilon = 0.06$	5.434	5.341	5.213
$\epsilon = 0.03$	5.434	5.387	5.322

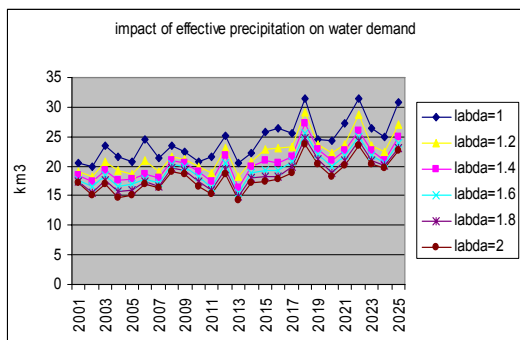


Fig.1 λ の違いによる灌漑水量の違い

Impact of lambda for irrigation water

有効雨量 (係数 λ) ; モデルでは集水域を表す係数として λ (>1.0 , 既定値=1.0) が導入されている. 水田では集水面積が大きく, また掛け流しなどの灌漑手法のために係数自体 1.0 より大きくなるはずである. Fig.1 に λ を 1.0~2.0 に増加させた場合の灌漑水量の変化を示した. 灌漑水量は λ の違いにより変動し, 実測値から実態に近い係数値は 1.3 程度であった (タイの事例). この場合, 既定値である $\lambda = 1.0$ の場合と比べて, 灌漑水量は 30%程度小さくなった.

4) 地下水涵養機能 (涵養量と涵養係数) ; 水田主体流域では還元流 (Return Flow) がみられ, その一部は地下水を涵養したり下流域で再利用される. この量の定量化が必要である. Table3 は涵養量を試算したものである. 国により差が大きいものの, 概略でも地下水涵養量を試算し, 水田主体地域での係数値 (RIF) は 0.5~0.6 であることが解明された.

5)BE (流域係数) ; BE については, 水循環の指標として利用されるが, 季節変動が大きく, 水田主体流域では, 還元流などのために適切に評価できない. これらについては新たに消費係数という概念を使うことを提案している. しかし, 抜本的な改良には至っていない.

6)水配分シナリオ ; これまで固定であった水配分シナリオについて, 渇水の状態によって 3 つの異なるシナリオが必要であることが解明された.

4.まとめ

これまで抽出した項目に関し, 水田 (コメ) 主体流域にモデルを適合させるために係数値の決定と条件設定について検討した. その結果, 収量反応係数, 作付け反応係数 (価格弾力性), λ , 地下水涵養係数については適正值を提案した. BE, 水配分シナリオについては, 現行のモデルでは不十分であることが明確になり, 修正の必要が明らかになった.

Table3 地下水涵養量

Groundwater recharge

	$\gamma = 0.6$	$\gamma = 0.5$	$\gamma = 0.4$	$\gamma = 0.3$
かんがい面積 (km^2)	4.5	4.5	4.5	4.5
RIF (涵養係数)	15.4	12.9	10.3	7.7