

## 河口低平農地～海岸域を対象とした災害・環境予測モデル Simulation Models of Estimation of Disaster and Environment in Coastal Farmlands

桐 博英\* 丹治 肇\* 白谷栄作\*

KIRI Hirohide, TANJI Hajime and SHIRATANI Eisaku

### 1. はじめに

河口低平農地のように沿岸部に位置する農地は、農地排水の海岸環境への負荷や海象による農地の被災など、海域の水理現象と相互に作用を及ぼしあう関係にある。このため、河口低平農地において健全で持続的な営農環境を創造するには、海岸域への影響や災害時の被害を適切に予測し、管理計画に反映させる必要がある。海岸域への排水の影響や沿岸災害の被害は、主に数値シミュレーションにより行われ、数々のモデルが構築される一方で、シミュレーション結果のユーザーが施設計画に携わる技術者から一般市民へと拡大し、情報技術を活用した効果的な情報発信手法が求められている。そこで、本報では、著者らがこれまで開発してきた沿岸～海岸域の防災、環境に関する影響予測モデルを概説し、今後の防災・環境情報の発信技術に関する議論の足がかりとしたい。

### 2. 河口低平農地における氾濫災害予測技術

河口低平農地は、一般に地盤標高が低く、氾濫災害の危険性が高い。また、近年、顕在化しつつある気候変動の影響で、洪水や高潮に伴う氾濫災害のリスクはさらに高まると予測されている。ここでは、洪水、高潮および津波により河口低平農地が浸水した場合の被害域を適切に予測するモデルを構築した。河口低平農地における氾濫災害では、単に堤防を越水するのではなく、農地に整備された水路網を介して氾濫が拡大したり、海水面の上昇が河川を遡上し、上流域で氾濫したりする。さらに、農村部の地盤標高データは、都市域ほど整備されておらず、正確な氾濫域を予測するのが難しいという問題があった。

著者らが構築した河口低平農地における氾濫モデル(図1)では、氾濫域・海域と小河川・水路系を分離し、前者を二次元平面流モデル、後者を一次元不定流モデルで解析し、相互の流入量をもとに統合する<sup>1)</sup>。また、氾濫域の形状を決定する移動境界手法には、新たに開発した水際線を追従する移動境界モデル<sup>2)</sup>を適用し、地盤標高が均一な場合でも水際線を再現できるモデルを構築した。水路から氾濫する流れを再現した水理模型実験の結果と本モデルによる水際線を比較したのが図2であり、従来の移動境界手法より氾濫域の再現性が向上させることできた。

### 3. 潮流解析技術

複雑な地形形状や施設配置を再現し、ユーザーに配信するため、非構造格子による解析手法である有限要素解析による潮流解析技術を構築した。有限要素法による従来の潮流解析モデルでは、数値安定性が低く、定式化の過程で負荷される人工粘性により解析の安定性を確保してきた。しかし、ここで負荷される人工粘性がやや過剰なため、再現性の低下を引き起こしていた。このため、二次元潮流解析モデルに対し、気泡関数要素を用いた混合補間による有限要素定式化を行い、有明海の潮流を再現した<sup>3)</sup>。大浦の潮位について、本モデルの結果を実測値と比較したのが図3であり、本モデルが実測値をよく再現していることがわかる。なお、紙面の制約のため割愛するが、潮流速について、主要4分潮の調和定

\* 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所 National Institute for Rural Engineering, NARO  
キーワード 潮流解析モデル, 氾濫解析, 河口低平農地, 高潮

数（振幅，遅角）を比較し，有明海の全域で潮流を再現していることを確認している。

また，有明海の潮流の3次元現象を解析するため，上記のモデルを鉛直方向には $\sigma$ 座標系を導入した3次元有限要素モデルを構築し，潮流および塩分，水温を対象に，再現計算を実施している。

#### 4. 情報発信に向けた課題

本報で対象としたシミュレーションに関する情報の活用面には，ハザードマップを除外すれば，海域の水環境では周辺海域の水環境予報の配信など，沿岸域の氾濫災害では気象災害時の避難指示などがあげられる。前者に対しては，気象予報等とリンクしたシミュレーション結果の配信により，予め解析した上での配信が考えられるが，後者に対しては，台風や地震などの気象擾乱の進行とともに解析を行い，配信していく必要がある。そのためには，解析に要する計算時間のさらなる短縮が必要であり，複数の計算コアによる並列計算が不可欠である。前述の有明海の3次元潮流解析モデルは，8 CPU による並列計算を行っているが，今後，さらに高効率な GPU を用いた計算システムへと解析コードを変更していく必要があると考えられる。

#### 5. まとめ

本報では，河口低平農地と海岸域の相互作用の観点から，沿岸環境と農地の氾濫災害を予測するモデルの開発状況を紹介した。災害予測情報の配信手法としては，現在，ハザードマップが中心であるが，一般の住民等を対象にした効果的な配信技術の点では，実際の災害に即応できない可能性がある。この点では，モデルの開発と情報技術が協力した取り組みが必要であり，今後の発展に期待したい。

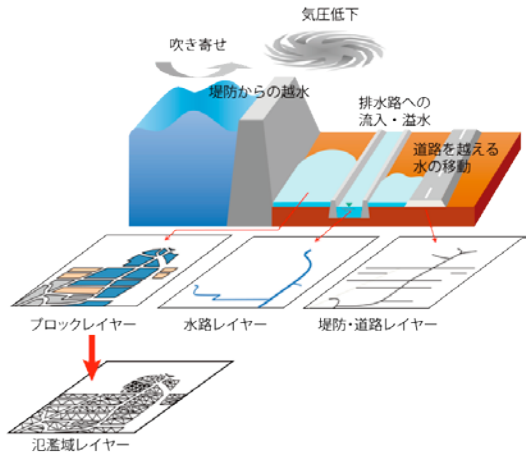


図1 農地氾濫モデルの概要

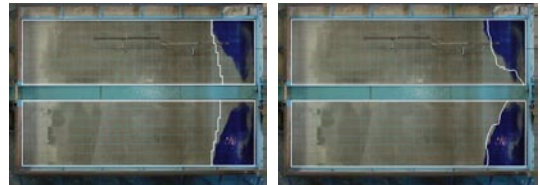


図2 氾濫域の比較（左：従来モデル，右：提案モデル，青色が氾濫水，白線が水際線解析結果）

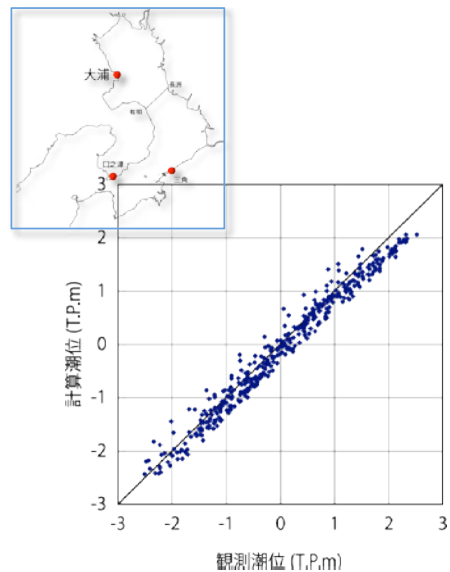


図3 大浦における潮位の比較

#### 参考文献

- 1) 桐ら(2004)：有限要素法による小水路を考慮した農地氾濫モデル，応用力学論文集，7(1)，pp.423-430.
- 2) 桐ら(2004)：有限要素法による移動境界流れ解析のための要素移動アルゴリズム，日本計算工学会論文集，7，pp.51-58.
- 3) 桐ら(2008)：気泡関数要素を用いた有明海潮流の有限要素解析，海岸工学論文集，55，pp.376-380.