

## カオス理論応用技術動向の調査研究

### 一農作物等の収量変動予測・制御への応用可能性一

東京農工大学大学院 共生科学技術研究院 酒井 憲司

#### I 概要

カオス理論は一見不規則な変動を駆動する単純なメカニズムを明らかにする。農作物、特に樹木作物は隔年結果により収量が大きく変動し、予測・制御技術向上は世界の食糧確保に重要である。カオス理論による農作物収量変動予測・制御技術の発展動向を調査を目的に、米国と中国という2大マーケットにおいて実施した。前者はカリフォルニア大学デービス校、後者は浙江大学である。カリフォルニア大学デービス校は農学分野において全米トップの教育研究機関であり、浙江大学も中国重点大学ランキング3位の実績を誇る。両大学からの研究者招聘と派遣、および文献調査などを中心に調査を行った。

カリフォルニア大学においては、農業工学、果樹学、リモートセンシングなどの技術分野を中心に調査を行った。その結果、果樹作物における隔年結果、空間生態学における時空間変動予測、また、畜産価格変動に関しても古くから経済動学的な解釈がなされており、カオス時系列解析の応用が期待される分野であることが明確になった。また、リモートセンシング技術とのリンケージ部分の開発がなされておらず、これが達成されることが、実用化のために極めて重要であることが判明した。

#### II. カリフォルニア大学デービス校との協定に基づく調査研究結果

##### 1) 訪問調査内容

カリフォルニア大学デービス校との大学間協定に基づく共同研究の一環として本調査を行った。本調査は招聘と派遣によって行った。共同研究者である、千年 篤准教授、五味高志准教授、カリフォルニア大学デービス校の下記の研究部門を訪問した。

①Department of Land, Air and Water Resources においては以下の教員を訪問し、UCDにおける研究体制、カリフォルニアにおける農地や林地の保全や資源管理について、情報収集や意見交換をおこなった。また、今後の共同研究の可能性についても議論を進めた。

Dr. Jan W. Hopmans (Professor), Chair, Department of Land, Air and Water Resources

Dr. Randy Dahlgren, Professor of Soil Science and Pedologist, Department of Land, Air and Water Resources

Dr. Gregory Pasternack, Professor, Hydrology and Geomorphology, Department of Land, Air and Water Resources

Dr. Minghua Zhang, Professor of Environmental & Resource Science, Department of Land, Air and Water Resources

②Department of Agricultural Economics Asian American Study において Prof Isao Fujimoto を訪問した。同教授は、20年度、21年度に東京農工大学の博士課程の学生を短期留学（3ヶ月）制度において受け入れている。ファーマーズマーケットや、農村社会学の立場から、カリフォルニア州内各郡における社会構造の差異の歴史的形成過程に関して調査している。カオス理論はプリコジンの自己組織化との親和性が強く指摘される。プリコジンの自己組織化研究の広がりな中で、都市の自己組織化研究の応用として、村落地域の発達過程の記述も可能性についての指摘がなされた。

### ③Department of Pomology

Prof. Patrick Brown 教授とは、ピスタチオの収量予測に関するデータ解析に関して、カオス理論の有効性と可能性に関して意見交換を行った。個体レベルにおける収量変動が、応答局面法にもとづく大域的な非線形解析の有効性に関しては意見が一致し、同時に、酒井が提示した局所ダイナミクスの予測に関して有効性についても合意できた。しかし、これらは、カオス理論およびカオス時系列解析の個体レベルでの適用可能性に関して限定されているため、1万個体以上の生産ほ場において、収量予測の技術を確立することが産業利用上極めて重要であることが明確となった。この部分がミッシングテクノロジーとなっていることが明確になった。

④Center for spatial technologies and remote sensing では、センター長を訪問し、リモートセンシングや GIS の研究体制や設備状況について情報収集を行った。また、樹木作物、森林や農地状況の把握や資源管理における最新研究情報を得ることができた。Dr. Susan Ustin, Professor; Center for spatial technologies and remote sensing

## 2) 招聘調査

また、カリフォルニア大学 Neal Van Aflen 学部長を招聘した国際ワークショップを2009年6月に開催し、カオス理論の農学応用の可能性につき特に植物病理に関する応用についての助言を得た。その結果、病害虫による作物罹患状態の早期予測技術に利用することが社会的意義、技術革新の可能性の点から最も有効な課題として結論された。

## III 浙江大学からの招聘調査

1) 浙江大学農業生物工学研究所の Ye Xujun 講師を招聘し、カオス時系列解析とハイパースペクトルイメージングの技術の適用可能性に関して情報交換を行った。浙江大学においてはマルチスペクトル技術を用いた、いわゆる精密農業研究が我が国の技術動向をフォローアップしながら展開していることが示された。特に、高付加価値作物である茶

の生育過程における品質変化の非破壊検査手法の開発が大きな関心をもたれていた。樹木作物などへのカオス理論やカオス時系列解析の適用に関しては、実用の面からはまだ早く、それ以前の従来型の栽培技術の導入に関心が高かった。

一方、欧米や我が国の先進的農業技術開発に対する関心はきわめて高く、多くの優秀な大学院生が留学を希望しており、共同研究を通じて強力な研究マンパワーの供給元となることが明らかとなった。また、今回の招聘を通じて、今後の共同研究の企画を実施された。

## 2) 共同研究の発足

日本学術振興会の外国人特別研究員として李博士が採択され、2年間の予定で、来日し共同研究がスタートした。茶に関して、その収量変動メカニズムのカオス時系列解析とハイパースペクトルイメージングによる非破壊品質測定技術の確立を目指している。

## IV まとめ

下記の事項が明らかとなった。

- ① カオス理論およびカオス時系列解析の農作物収量予測に関しては、高付加価値のある樹木作物においては有効である。
  - ② しかし、現在の提案されている予測技術は個体レベルにとどまり、現実には大量（1万個体）の個体群について、予測を実現する必要がある。
  - ③ これが実現すれば、果樹など高付加価値の作物への利用の観点から、大きな市場が生まれる。
  - ④ 現在のリモートセンシング技術はマルチスペクトルが中心であり、これにより個体レベルでの収量を校正することは出来ない。
- ことが明確になった。その結果、必要とされる技術は次のように要約される。
- ⑤ リモートセンシング技術をカオス時系列解析と融合する技術の開発により、高付加価値の果樹生産において大きな技術革新と市場創出の可能性があることが明らかとなった。