



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道におけるイネの生産性および冷害評価に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	田中, 朱美
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第11340号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55389
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Akemi_Tanaka_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

環境起学専攻：博士（環境科学）

氏 名 田中 朱美

学 位 論 文 題 名

北海道におけるイネの生産性および冷害評価に関する研究 (A study on assessments of rice productivity and cool summer damage in rice in Hokkaido)

作物生産性は気候変動の影響を大きく受ける分野のひとつであり、近年世界や日本を対象とした作物生産性予測が行われている。気候変動に関する政府間パネル第4次評価報告書（IPCC AR4）では、気温上昇による全球での作物生産性について、中・高緯度では1～3°Cの気温上昇で生産性が向上する一方、低緯度では1～2°Cの気温上昇でも生産性が減少し、上記以上の気温上昇では全地域で生産性が減少すると予測している（Easterling et al., 2007）。日本を対象とした予測として、横沢ほか(2009)は広域コメ収量予測機構モデルPRYSBIを用いて全国4地域の気温上昇度に対するコメ収量変化を評価し、北海道・東北地域は気温上昇に伴いコメ収量は増加するが、それ以外の地域は減少することを示した。

このような先行研究によれば、北海道では温暖化によりコメの増収が見込まれる。しかし、収量変動に大きく影響する冷害については、温暖化により軽減するという予測（横沢ほか, 2009など）がある一方で、リスクが軽減しないという指摘（Shimono, 2011）がなされている。Shimono(2011)は現在気候において北日本のイネの出穂が早期化しており、冷害に影響する生育ステージである穂ばらみ期の低温影響による収量ロスが増大していることを示した。そして、温暖化でイネの生育が早期化し、冷害に影響する生育ステージの暦日が前進することで、障害型の冷害リスクが増大する可能性があるという指摘した。寒冷地である北海道では冷害被害が深刻であるため、気候変動下の収量予測において冷害を考慮することは重要である。また、北海道では冷害被害の地域差が大きいので、北海道内の収量変動や冷害の地域差を考慮した地域詳細な予測が求められる。しかし、世界の生産性評価に用いられるような汎用的なモデルでは、冷害の考慮は必ずしも十分ではない。本研究では、寒冷地である北海道に世界の作物生産性評価に用いられるGAEZ（Global Agro-Ecological Zones）モデル（Fischer et al., 2002 ; Masutomi et al., 2009）を適用し、収量変動評価への適用可能性を評価した。また、より精緻に不稔率を推定するモデルを用いて、温暖化を想定した気温上昇に伴う北海道のイネの冷害による不稔の変化について考察した。

前半では、GAEZモデルを北海道へ適用できるように改良し、コメの観測収量変動の再現性を評価した。GAEZモデルでは気温条件などによる適性判定が行われ、適性と判定されたときに収量計算が行われる。改良前のモデルでは、北海道のほぼ全域でGAEZモデルの低温の条件を満たさず、収量計算を行うことができなかった。このことから、耐冷性の強化によってコメ栽培が可能となった北海道にはGAEZモデルをそのまま適用できないことが分かった。そこで、(1)気温条件の変更、(2)バイオマス計算論理の変更、(3)出穂日推定論理の追加、(4)障害型冷害（低温により受精が阻害され不稔稲が発生し減収する冷害）推定論理の追加の4段階でモデルの改良を実施した。(1)で適性判定条件を撤廃することで、北海道でも収量を計算することが可能となったが、観測の収量変動をほとんど再現

しなかった。(1)に加え(2)、(3)、(4)を組み合わせることで再現性は大幅に向上した。まず(1)、(2)に加え(3)で簡易有効積算気温(日最高最低平均気温からイネの生育に有効な温度のみ使用した積算値)から出穂日を推定し、出穂遅延によるイネの成熟不良を考慮すると、観測収量変動の再現性は向上したが冷害時の大幅な収量減少は再現しなかった。さらに、(4)で出穂日を基準に推定した低温に脆弱な期間の気温条件により障害型冷害の影響を算出し反映すると、冷害時の収量減少を含む観測収量変動を再現した。このことから、改良によりGAEZモデルを北海道に適用することができ、北海道の観測収量変動の再現には障害型冷害の考慮が重要であることが分かった。また、障害型冷害の考慮により北海道内の収量変動の地域差を非常に良く再現できるようになったことから、北海道内の収量変動の地域差をもたらす要因として障害型冷害が関係することが示唆された。

後半では、気温の経年変動に着目し、気温上昇に伴うイネの障害型冷害による不稔の幅の変化を評価した。現在気候(1986年～2005年)の気温を一律に1℃から5℃まで1℃刻みで上昇させ、田中ほか(1997)の不稔率推定モデルにより北海道のローカルな品種である「きらら397」の不稔率を計算した。まず個々の年や移植日において気温上昇ケースの不稔率を考察すると、いくつかのケースではイネの不稔が現在と同程度となるか、現在より悪化した。本研究ではこれを「促進された冷害(Accelerated cool summer damage ; ACS D)」と呼ぶこととした。気温上昇ケースではイネの生育が加速し、低温に脆弱な期間が前進する。前進した脆弱な期間の気温が現在の元の脆弱な期間の気温以下となる場合、ACS Dが発生する。次に不稔の幅を評価するため、現在の北海道の標準的な移植日(5月26日)に移植した場合の20年間の不稔率を評価すると、概して長期平均の不稔率は気温上昇とともに減少した。一方で、道内のいくつかの地点では、気温上昇ケースの不稔率の75パーセンタイル値や最大値といった不稔の極大値が現在以上となる場合があることが分かった。さらに、北海道の標準的な移植期間(5月20日～5月31日)の各日に移植した場合を考察すると、1℃上昇ケースでは、十勝地方やオホーツク海側で最大不稔率が現在以上となる可能性が高く、主要稲作地域を含む北海道中央部でも75パーセンタイル値が現在以上となる可能性があることが分かった。すなわち、長期平均では不稔が軽減しても、ACS Dの寄与により不稔の極大値が増大し、発生しうる不稔の幅は拡大する可能性があることが分かった。この要因を低温に脆弱な期間の気温上昇度と期間の気温の経年変動幅の関係から考察した。低温に脆弱な期間のうち、北海道の不稔発生に最も影響する穂ばらみ期に着目すると、穂ばらみ期の気温上昇度が気温の経年変動幅を超えないため、北海道の多くの地域で冷害を引き起こすような不稔が将来も残る可能性があることが示唆された。さらに、穂ばらみ期の気温の経年変動幅が現在より拡大すると、最大不稔の程度が増大する可能性がある。すなわち、たとえ気温上昇により長期平均の不稔が軽減しても、気温の経年変動により発生しうる不稔の程度が増大する可能性があることが示唆された。

以上の結果は北海道における気候変動下のコメ収量変動予測に応用することができ、栽培地域の選定や適応策評価に資する情報の提供が期待できる。