

令和元年度 卒業論文

昭和初期大凶作を引き起こした度重なる冷夏  
-日本の動乱と異常気象-

**Repeated Cold Summers in the 1930s-40s Caused Bad Harvests in many times  
-Relationship between society and abnormal weather-**

三重大学 生物資源学部

共生環境学科 地球環境学プログラム

気象・気候ダイナミクス研究室

516344 中西 幸太郎

指導教員：立花 義裕 教授

# 目次

第1章 序論 .....	3
第2章 使用データ .....	4
第3章 解析手法 .....	5
3-1 イネの生理学的性質に関する指標.....	6
3-2. 使用モデルの概要 .....	7
3-3 初期値・境界値・計算領域・計算期間 .....	7
第4章 解析結果 .....	9
4-1 米の収穫量と7月平均最低気温の関係 .....	9
4-2 米の収穫量と7月積算日射量の関係 .....	11
4-3 米の収穫量と三陸沖東西成分の関係 .....	12
4-4 米の収穫量と三陸沖下層雲量の関係 .....	14
4-5 米の収穫量と三陸沖上空気温の関係 .....	16
4-6 十五年戦争中の凶作が，社会に与えた影響 .....	18
第5章 結論 .....	21
謝辞 .....	22
参考引用文献 .....	23
補足 WRFの出力結果による当時の気象場 .....	24

# 第1章 序論

気象・気候と農業・社会は、古来より密接に関係してきた。その一例として、江戸時代におきた天明・天保の飢饉が挙げられる。東北地方を中心とした冷害によるこの大飢饉は、後に大塩平八郎の乱の要因にもなるなど、社会に大きな影響を与えた。しかし、気象・気候と歴史の関係性について科学的に述べている論文は非常に数が少ない。

少ない先行研究の1つとして、日本の敗戦を1944/45年に起きた大豪雪と1945年に起きた大冷夏との関係から考察したものがある(山内2016)。この論文では20世紀再解析データを用いて、1944/45年の日本の気象場を解析した。1944/45年冬は、北陸地方を中心に豪雪になり、新潟県高田市では2月26日の積雪深が377cmにも達した。これによって、当時日本海側の物資輸送拠点港であった新潟港と周辺の鉄道路線が閉鎖された。太平洋側の航路は、連合国軍の妨害を受けて満足に機能していなかったことから、この豪雪が物資輸送を大きく妨げた可能性を示唆していた。さらに、1945年7月はオホーツク海の地表面更正気圧が平年よりも高く、東北地方を中心に日本は冷夏になった。重回帰分析で、当時の気象場から東北地方の米生産量を推定しても、平年の7割ほどであったことが示されている。昭和天皇は、ポツダム宣言受諾の1つの理由として食糧不足をあげていることから、敗戦色が強まり戦況に苦しむ日本に対して、米の大凶作を引き起こした大冷夏が、日本の食糧事情を悪化させ、終戦という日本の歴史に影響を与えた可能性を指摘した。

図1は日本の米の収穫量の推移を示したものである。これを見ると、1945年だけでなく1931年から凶作は立て続けに起きており、その期間は昭和初期大凶作と呼ばれている。また、1931~1945年は満州事変に始まり、日中戦争・太平洋戦争と続いた日本の激動の時代であり、十五年戦争期と呼ばれている。2つの期間が重なっていることに注目した研究(海野2016)では、この期間中に起きた食料事情の悪化が、十五年戦争期の日本に大きな影響を与えていた可能性を指摘した。しかし、昭和初期大凶作と、それを引き起こしたと考えられる当時の気象・気候の関係について、詳細には述べられていない。

これらより、昭和初期大凶作期間中の気象・気候を解析することで、凶作による食料問題を介して気象・気候と歴史とを結びつけられるのではないかと考えた。よって本研究では、この期間中の当時の気象・気候が大凶作に与えた影響を明らかにすることで、気象・気候は歴史を変える要因になり得るか検証することを目的とする。そのため本研究では、この期間がイネの成長にとってどのくらい不利であったか確かめるため、気象官署での観測値、再解析データ、領域気象モデルを用いて当時の気象場を解析した。複数の気象データを用いることで、当時の気象場を面的・空間的に解析することができる。気象・気候と歴史の両分野を繋ぐことで、互いの更なる発展につながるのではないかと考える。

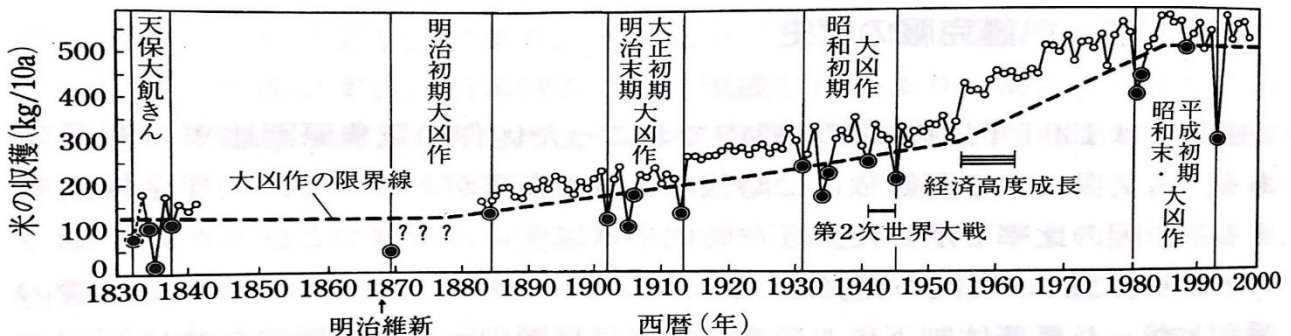


図1 水田面積10アール当たりの米の収量の時代変遷、1833年から1998年まで  
(地表面に近い大気科学(近藤純正, 2000) P.290より引用).

## 第2章 使用データ

### ERA20C 再解析データ

再解析データとは、観測データを同化し、同一の数値予報モデルとデータ同化手法により再計算され、長期間にわたりできる限り均質になるように作成されたデータセットである。本研究で使用する再解析データは、ERA20C (Poli P. et al., 2015) である。このデータは、ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) によって提供されているデータであり、1900年1月から2010年12月までの6時間ごと(協定世界時(UTC)0時, 6時, 12時, 18時)にデータがある。水平解像度は $0.75^{\circ} \times 0.75^{\circ}$ であり鉛直方向に37層の等圧面データと地表面データがある。使用した変数は、地上2m気温( $^{\circ}\text{C}$ )と地上10m水平風(m/s)である。

本研究では、これらの気象データのうち、研究対象期間である1931年から1946年の7月の日データを使用した。日本の標準時がUTC+9時間であることから、UTC18時を日本での最低気温とした。

### 気象官署による観測値

本研究では、1931~46年の7月に気象官署で観測された日最低気温( $^{\circ}\text{C}$ )と日照時間(時間)を使用した。使用した観測点は、青森県のむつ・八戸・青森・深浦と、秋田県の秋田、岩手県の盛岡・宮古、山形県の酒田・山形、宮城県石巻・仙台、福島県の福島・小名浜・白河である。なお、むつ・八戸・深浦・酒田・白河においては、それぞれ1931~34, 1942~46年, 1931~34年, 1942~46年, 1931~39年, 1931~36年, 1931~39年の期間中のデータがすべて揃っておらず、図2中ではピンク色で示している。そのため、期間中の全てのデータのあった、青森・秋田・盛岡・宮古・山形・石巻・仙台・福島・小名浜での観測データを平均し、それを東北地方の平均の値とした。

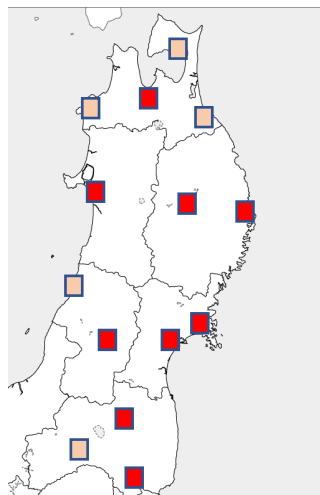


図2 気象官署の場所

赤色は解析期間中のデータが全てあった地点

ピンク色は解析期間中にデータの欠損があった地点

### 米収穫量

本研究では、1931年~46年の日本全国での米収穫量を、農林水産省が出版している農林統計書から引用した。

### 第3章 解析手法

本研究では、解析の対象地を東北地方とした。理由は2つある。

1つ目は、東北地方は当時（1940年代）において日本本土で米の食糧自給を達成している唯一の地方であったためである（表1）。そのため東北地方で収穫された米は、人口の多い関東地方に多く輸送されていたと言われている。最も古い地方別の米生産量のデータが1958年であるが、1958~1962年平均で、日本の米生産量のうち21.2%が東北地方で生産されたものだった（図3）。2つ目は、米の主要な生産地であるにも関わらず、冷夏による大きな被害にたびたび見舞われた歴史があり、気象の影響を大きく受ける地域であるためである。

表1 地方別の米自給率（昭和20年2月開催 各種幹部会合より）

東山地区は、関東地方・長野県・山梨県・岐阜県である

北海道	90%
東北	130%
関東・東山	80%
東海	85%
近畿	75%
中国・四国・九州	90%
朝鮮	160%

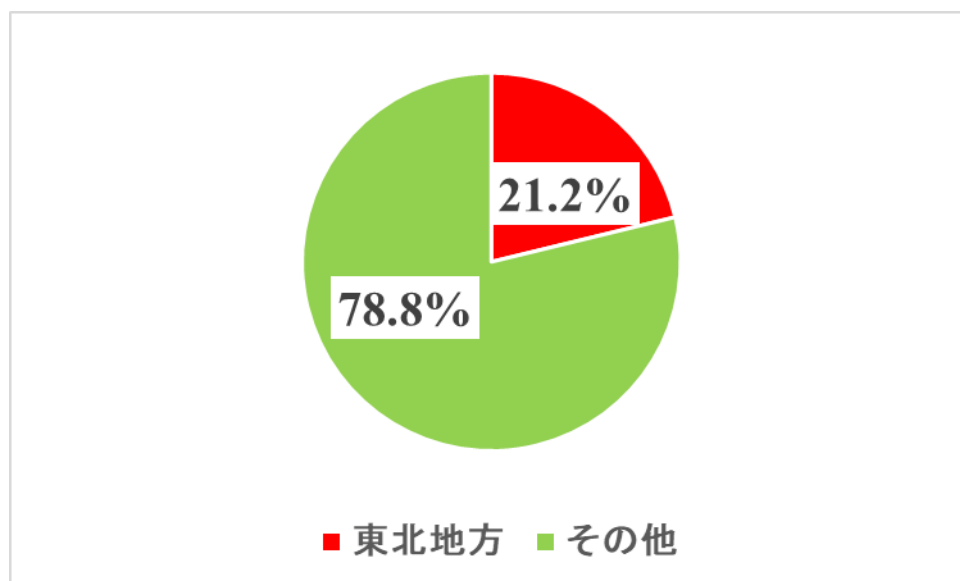


図3 全国の米生産量に占める東北地方の割合

### 3-1. イネの生理学的性質に関する指標

当時の東北地方でのイネの栽培歴を以下の図に示す。東北地方では5月上旬にイネの種まきを行い、10月末までに収穫していた。



図 4 昭和初期大凶作時におけるイネの栽培歴

(東北の気候変動とコメ生産ー過去～未来ー 東北農業研究センターより)

当時の気象が凶作に与えた影響を調べるために本研究では、気象・気候に関する以下2つのイネの生理学的指数を用いた。

#### ・減数分裂限界温度

7月に訪れる穂ばらみ期は、稲が減数分裂を行い受粉する時期に当たる。西山(1985)の研究によると、この時期の平均気温が15~17℃以下になると、受粉障害が起こり不稔となる。本研究では、各年の昭和初期大凶作期間中(1931~46年)の東北地方の7月領域平均最低気温を計算し、これをイネ収穫量の推移と比較した。

#### ・積算日射量

植物が成長するには、光合成が必要不可欠である。堀江・桜谷(1985)の研究によると、吸収日射量はイネの乾物生産量に比例するとしている。本研究では、各年の昭和初期大凶作期間中(1931~46年)の東北地方の7月領域平均積算日射量を計算し、これをイネ収穫量の推移と比較した。

### 3-2. 使用モデルの概要

#### WRF V3.4.1 (Weather Research and Forecasting)

本研究では、当時の気象をより詳細に解析するため、領域気象モデルを用いて当時の気象場を詳しく計算した。使用したモデルは、メソスケールの数値予報モデルである WRFV3.4.1(Weather Research and Forecasting) である。WRF はアメリカ大気研究センター(NCEP : National Center for Atmospheric Research), アメリカ海洋大気庁 (NOAA : National Oceanic and Atmospheric Administration), 空軍気象局空軍気象局 (AFWA : Air Force Weather Agency), 海軍研究試験所 (Naval Research Laboratory), オクラホマ大学, 連邦航空局 (FAA : Federal Aviation Administration) によって、気象研究及び実務予報のために共同開発された、次世代メソスケール数値予報システムである (THE WEATHER RESEARCH & FORECASTING MODEL Website より)。

WRF の特徴として、計算可能範囲を数千 km から数十 m まで幅広く対応させることが出来る点や、最新の放射、乱流、雲物理、地表面モデルなどの物理モデルが導入されていることにより、より進んだデータ同化システムを利用できる点などが挙げられる。

### 3-3. 初期値・境界値・計算領域・計算期間

初期条件および境界条件については、海面水温 (SST) データ・大気データともに ERA20C を使用した。本研究の計算領域は、東北地方を中心とした (E131~E153, N31~N55) (図 5)。

計算期間は、昭和初期大凶作中の豊作年 (1933, 43, 44, 46 年) と凶作年 (1931, 34, 35, 41, 45 年) の 5 月 1 日 0 時 (UTC) から 10 月 31 日 18 時 (UTC) とした。水平格子間隔は 15km で鉛直方向には 59 層ある。下層ほど解像度を細かくし、やませによって発生する大気下層の気象現象の再現性を高めた。850hPa 以下の解像度は、ERA20C の約 3 倍となっている (図 6)。モデルを使うことで、日射量や雲量など観測値だけでは得られない気象変数を空間的に見ることができる。

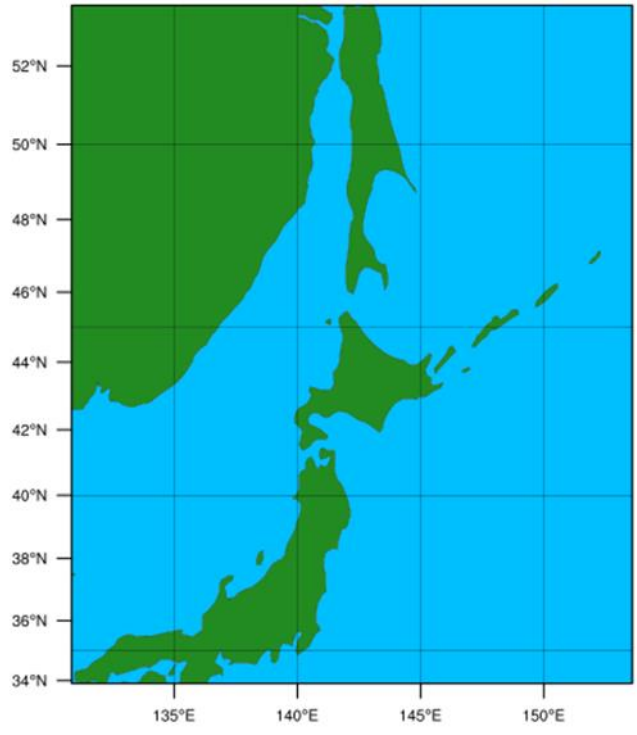


図 5 WRF の計算領域 (E131~E153, N31~N55)

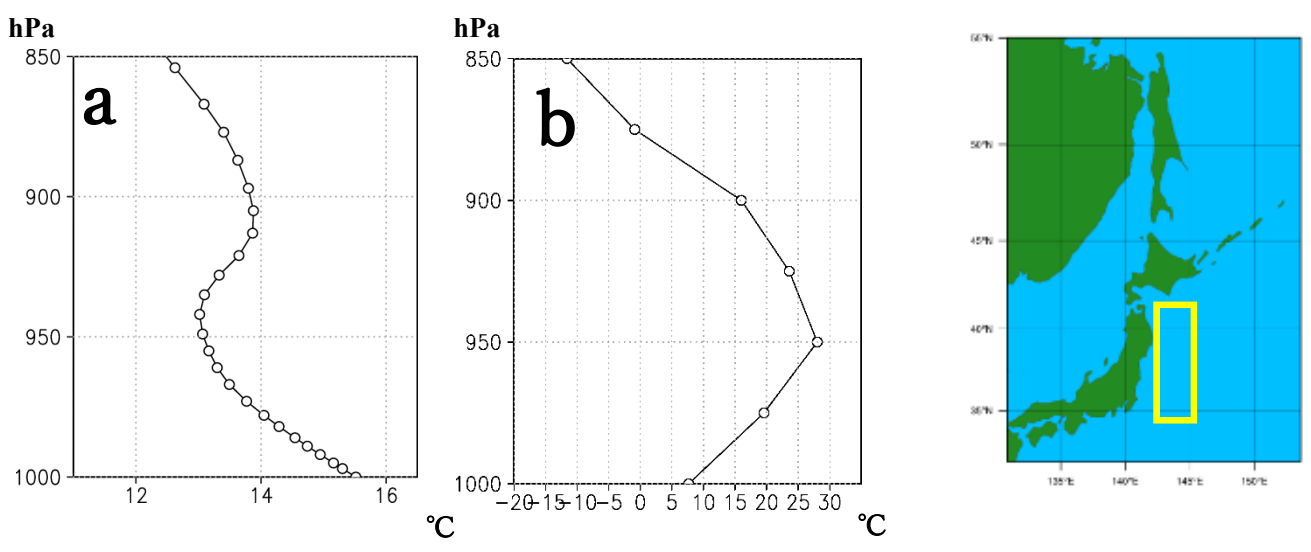


図 6 1945 年 7 月 16 日の気温の鉛直プロファイル (黄色の枠線で領域平均した値)  
 ○が鉛直方向の格子点にあたる. (a) WRF (b) ERA20C 再解析データ



## 第4章 解析結果

### 4-1. 米の収穫量と7月平均最低気温の関係

当時の東北地方の観測値による7月平均最低気温を各年で計算し、米の収穫量と比較した(図7)。互いの推移は概ね一致しており、相関は0.85だった。これは信頼係数99%の値で有意な値だった。凶作年では、東北地方の7月の最低気温が17°C付近かそれ未満であった。平均値は17.6°Cだった。一方の豊作年は17°Cを超えており、平均値は20.4°Cであった。これにより、凶作年の1931, 34, 35, 41, 45年では、イネの花が咲く7月に減数分裂障害が起きたことによって、凶作になった可能性が示唆された。

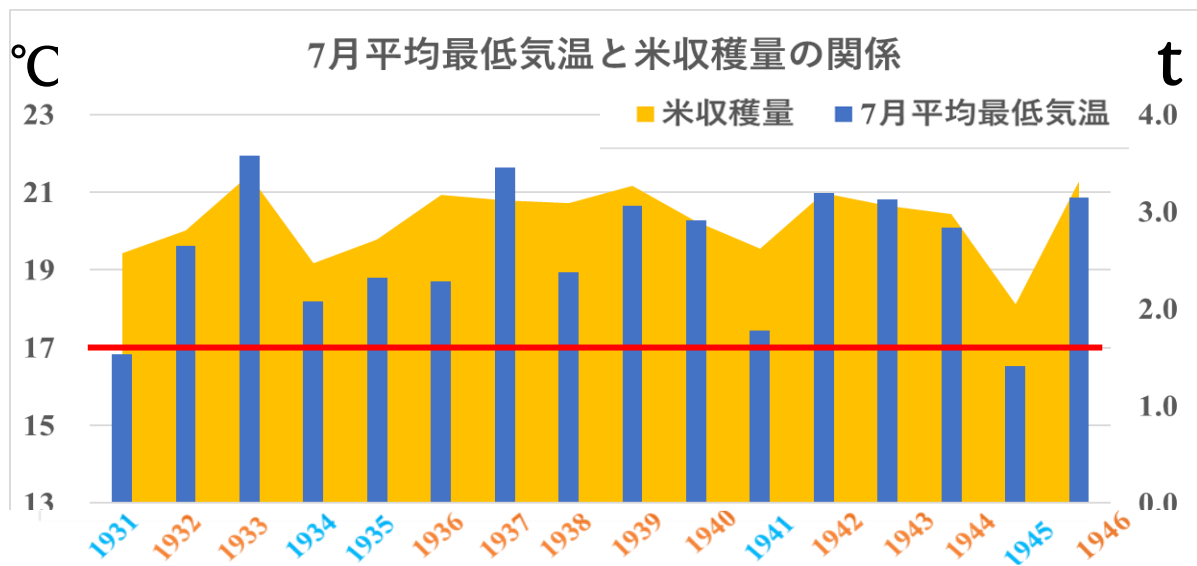


図7 7月東北地方の平均最低気温[°C] (観測値) と米収穫量の関係[t]

横軸における年数のオレンジ色は豊作年、水色は凶作年であることを示す。

赤線は、減数分裂限界温度の17°Cを示す。

観測値のデータでは、気温の平面的な分布を見ることは難しく、時系列グラフを作成するときに、平均する地点の1か所で大きな偏差があった場合に引っ張られる可能性もあるため、再解析データを用いて平面分布も見た(図8)。凶作年平均では、イネが減数分裂を引き起こす目安の最低気温が17°C付近である地域が多く見られ、平均値は17.6°Cであった。特に、太平洋側の地域を中心に気温が低かったことが示された。一方豊作年では、多くの地点で平均最低気温が17°Cを超えており、平均値は20.0°Cであった(図8)。これにより凶作年は豊作年と比べると、平均して2°Cほど7月の最低気温が低かったことが示された。

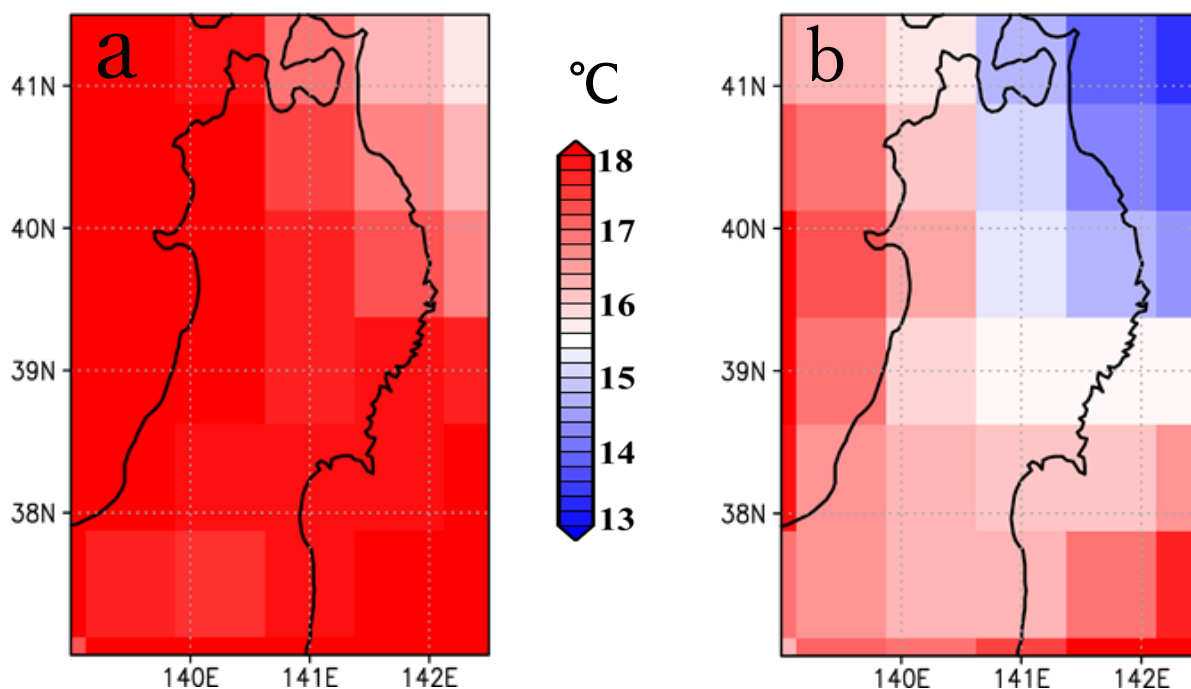


図8 7月東北地方の平均最低気温[°C] (再解析データ)  
(a)豊作年平均 (b)凶作年平均

#### 4-2. 米の収穫量と7月平均日照時間の関係

当時の東北地方の観測値による7月平均日照時間を各年で計算し、米の収穫量と比較した(図9)。互いの推移は概ね一致しており、相関は0.61だった。これは信頼係数95%の値で有意な値だった。凶作年の平均値は128.8時間、豊作年の平均値は180.0時間であった。特に凶作年の太平洋側の地点で日照時間が少なかった。凶作年は豊作年と比べると、平均20~30%ほど7月の日照時間が少なかったことが示された。日照時間が少ない年は、イネが十分に光合成できずに生育不良となり、収穫量が減ったと考えられる。再解析データに積算した日射量に関する変数が無かったため、平面図は作成できなかった。

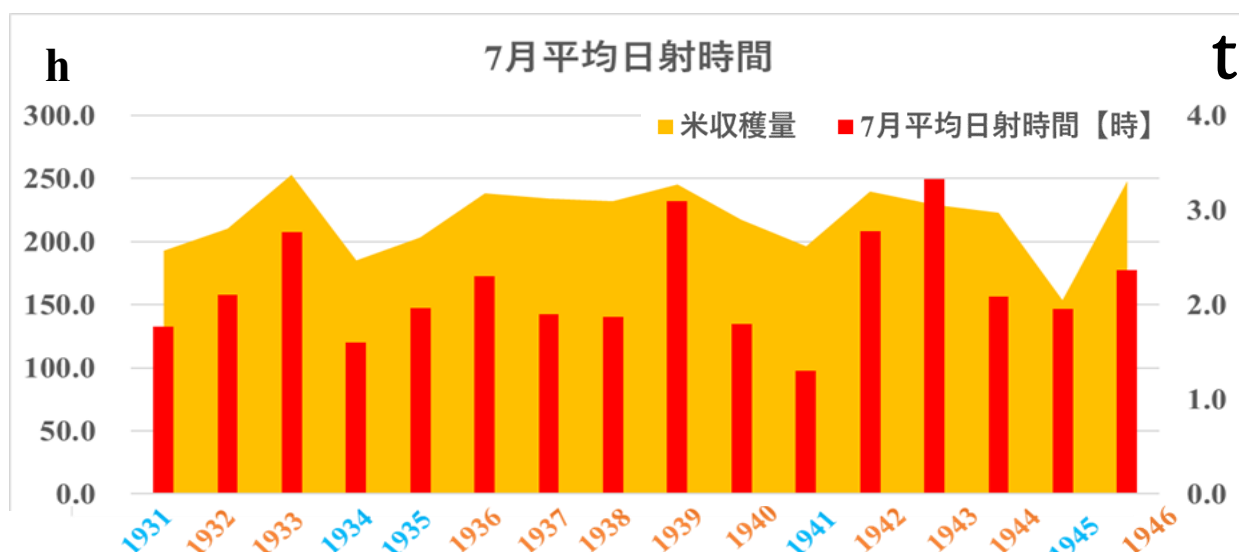


図9 7月東北地方の平均日照時間[h] (観測値) と米収穫量の関係[t]  
横軸における年数のオレンジ色は豊作年, 水色は凶作年を示す

### 4-3. 米の収穫量と三陸沖東西成分の関係

ここまで、気象・気候に関するイネの生理学的性質を用いることで、昭和初期大凶作期の気象・気候が凶作に与えた影響を調べてきた。その結果凶作年では、低温・日射不足な気候場であったことが示された。ここからは、そのような気候場が形成された理由について議論していく。

一般的に東北地方の凶作は、やませによって引き起こされる（立花 2007）。そのため、初期大凶作期中の三陸沖（E141.5~E143.5, N37~N41.5）で領域平均した風向の東西成分を計算し(図 10)、やませが吹いていたか確認した。また、これを昭和初期大凶作中の米収穫量の推移と比較した(図 11)。互いの推移は概ね一致しており、相関は 0.49 だった。凶作年の 1931 年、1934 年、1941 年、1945 年では、三陸沖の東西風成分が負であり東風成分が強かった。よってこれらの年ではやませが吹いていた可能性が示された。

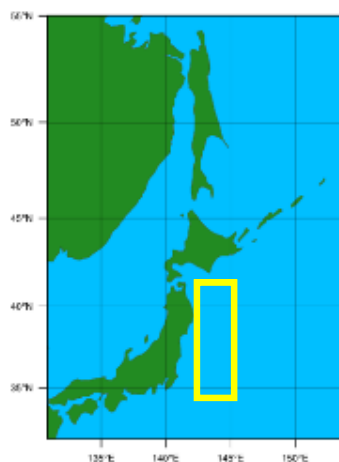


図 10 東西風成分の時系列の計算領域 E141.5~E143.5 N37~N41.5 を領域平均

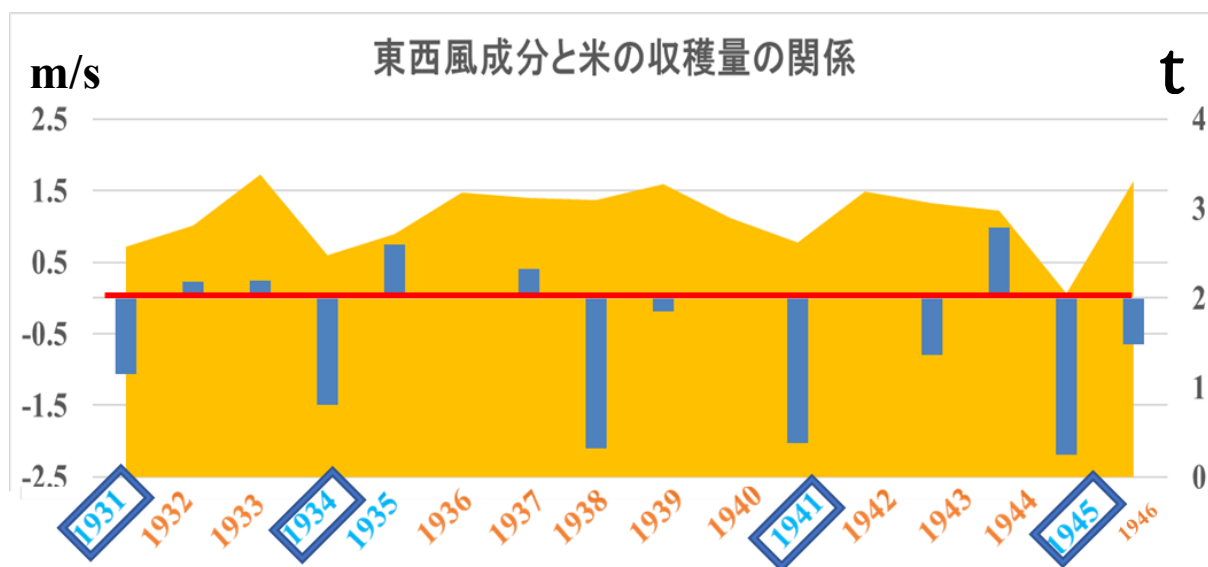


図 11 三陸沖で領域平均した 7 月の東西風成分[m/s]（再解析データ）と米の収穫量の関係[t] 横軸のオレンジ色は豊作年，水色は凶作年であることを示す。青枠はやませが吹いたと考えられる年を示す。

凶作年のうち、やませが吹いた可能性のある年をやませ年（1931,34,41,45年）とした。1935年は、西日本を中心に例年よりも降水量が多い地域が見られたため、凶作になった可能性がある。

やませ年と豊作年で、再解析データの地上10m風を東経141.5-143.5度、北緯37-41.5度の領域で平均して平面図を作成し、比較した（図12）。豊作年平均では南寄りの風である一方、やませ年ではオホーツク海からの北東風が卓越していたことが示唆された。

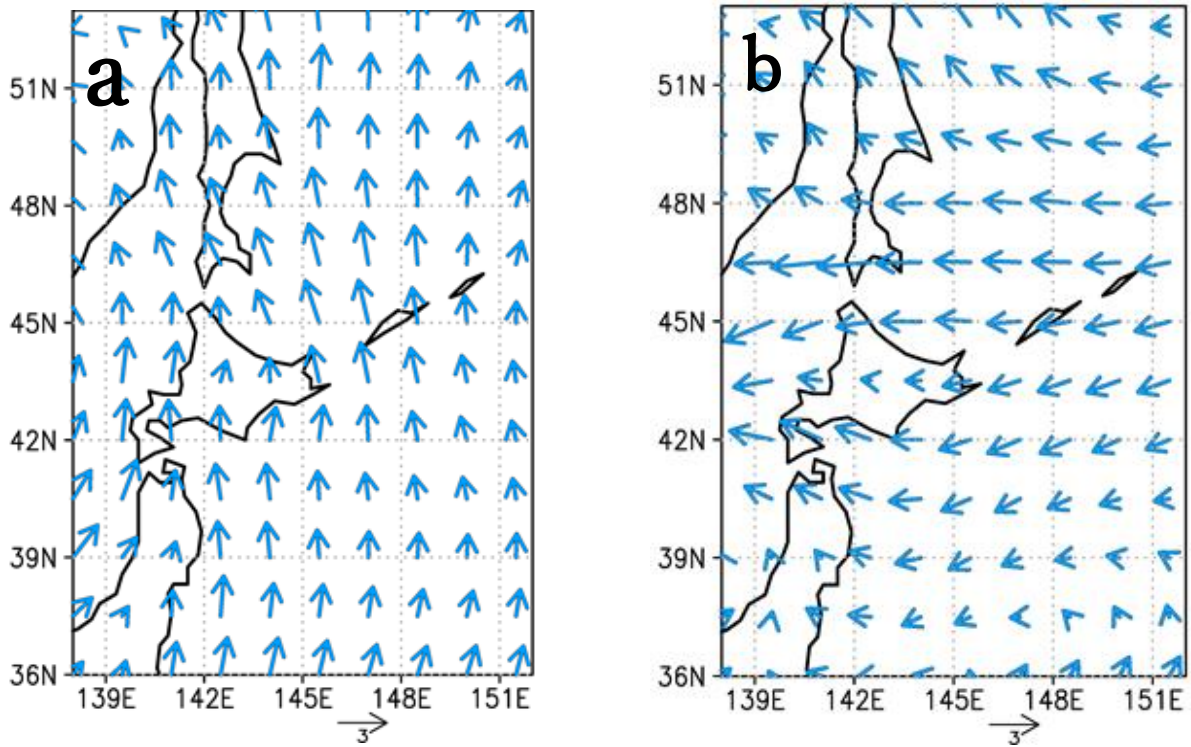


図12 7月平均風 [m/s]（再解析データ） (a) 豊作年 (b) やませ年平均

#### 4-4. 米の収穫量と、三陸沖下層雲量の関係

やませが吹いている海域では、下層雲が形成されることが立花（2008）の先行研究から明らかにされている。下層雲が形成されると雲で日射が遮られ、下層の空気が冷やされる。加えて、雲頂から赤外放射を出すことで放射冷却が起こり、冷やされた空気が下層にたまることで、大気下層に冷氣層が形成される。

そこでやませが吹いたと考えられる 1931、34、41、45 年でも下層雲が形成されていたのか検証した。ERA20C 再解析データでは、解像度の問題で大気下層の様子が確認しづらいことから、この解析以降は WRF で細かく計算された計算結果を見ていく。再現結果の詳細は付録で述べるが、WRF で計算された気温・日射量・風は、観測値・再解析データの値と概ね一致し、再現性を確認できた。

三陸沖で領域平均した（E141.5~E143.5, N37~N41.5, 1000hPa~900hPa）（図 13）昭和初期大凶作期間中の下層雲量の推移と米収穫量の推移を以下に示す。互いの推移は概ね反転しており、相関は-0.43 だった。凶作年のうち 1931、34、41、45 年は、下層雲が多く形成されていたことが示された（図 14）。

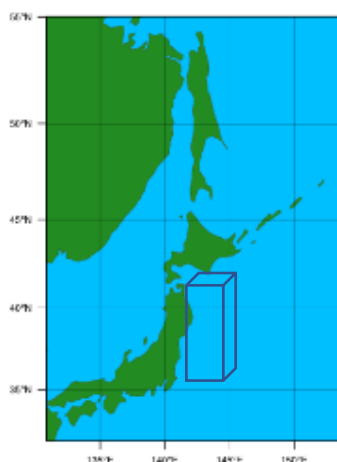


図 13 平均下層雲量を計算した領域

計算領域は E141.5~E143.5 N37~N41.5 1000~900hPa

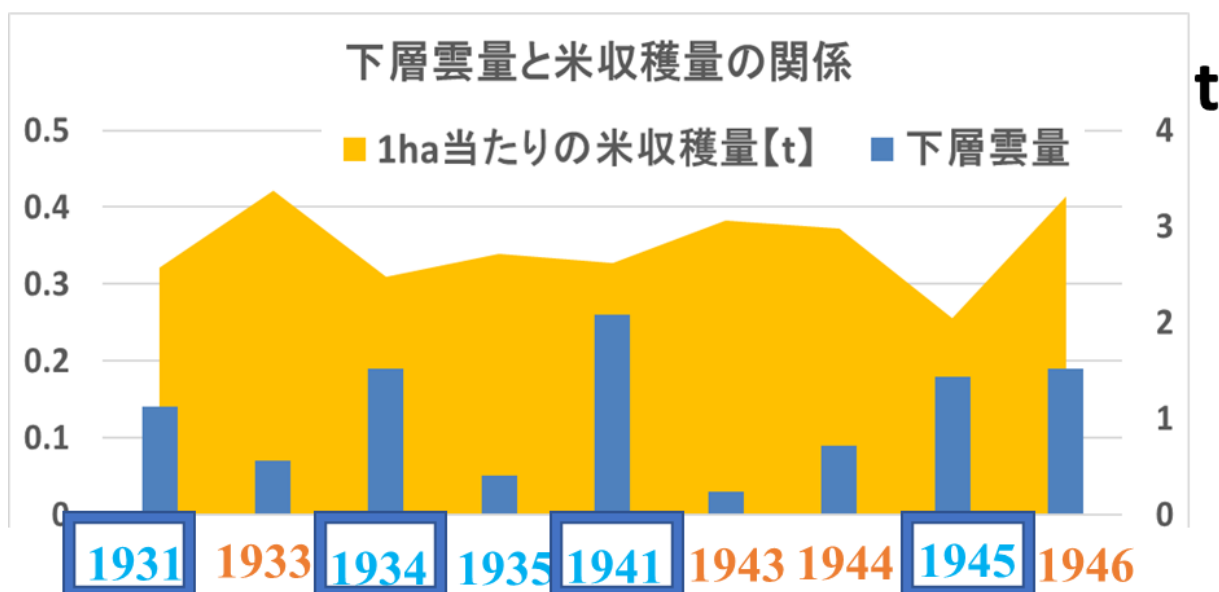


図 14 三陸沖で平均した下層雲量(WRF での計算結果)と米の収穫量の関係[t]

横軸のオレンジ色は豊作年、水色は凶作年であることを示す。

青枠はやませが吹いたと考えられる年を示す。

続けて、北緯 37-41.5 度で南北平均し、東経 141.5-143.5 度、高度 800-1000hPa の範囲で描いた経度高度断面図を作成し (図 15)、下層雲の空間分布を調べた。三陸沖は海面水温が低く下層雲が形成されやすい場所でもあるため、豊作年でも上空 500m ほどの高さまで下層雲は形成されている (図 16a)。しかし凶作年では、海面から上空 800m ほどの高さまで顕著に下層雲が形成されている。加えて凶作年では、三陸沖だけでなく東北地方太平洋側でも上空 1000m の高さまで下層雲に覆われている (図 16b)。これは三陸沖 (太平洋) でできた下層雲がやませによる東風に運ばれ、陸地に及んだ可能性が考えられる。1931, 34, 41, 45 年で太平洋側の日照時間が少なかったことから、やませによる下層雲が日射を遮っていた可能性が示唆された。

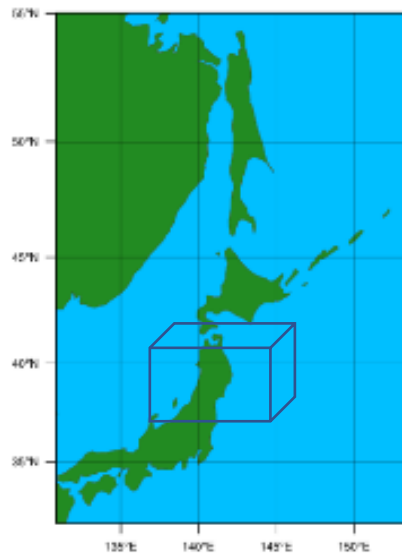


図 15 南北平均した経度高度断面図の描写領域

描写領域は E138.5~E145.0 N37~N41.5 高度 0~2000m

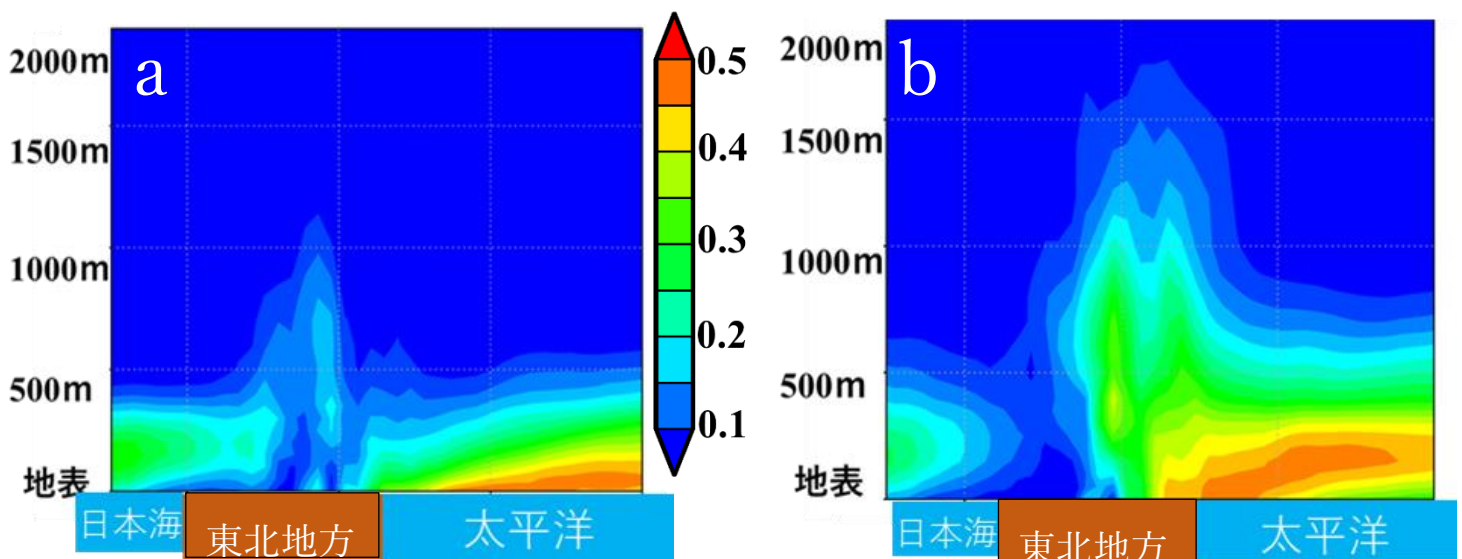


図 16 雲比率(無次元量)の経度高度断面図 (WRF での計算結果) (a) 豊作年平均 (b) 凶作年平均

#### 4-5. 米の収穫量と三陸沖上空気温の関係

下層雲が形成されるとその下層で冷気層が形成されることから、北緯 37-41.5 度で南北平均し、東経 141.5-143.5 度、高度 800-1000hPa の範囲で描いた経度高度断面図を作成し (図 17), 豊作年と凶作年で三陸沖 (太平洋沖) 上空の気温の比較も行った。豊作年は、日本海-日本-太平洋を通じて気温は東西方向に一様である (図 18a)。一方凶作年では、三陸沖の下層雲に伴う冷気層が確認できた。この冷気層は東北地方の太平洋側にも及んでいたことが示された (図 18b)。

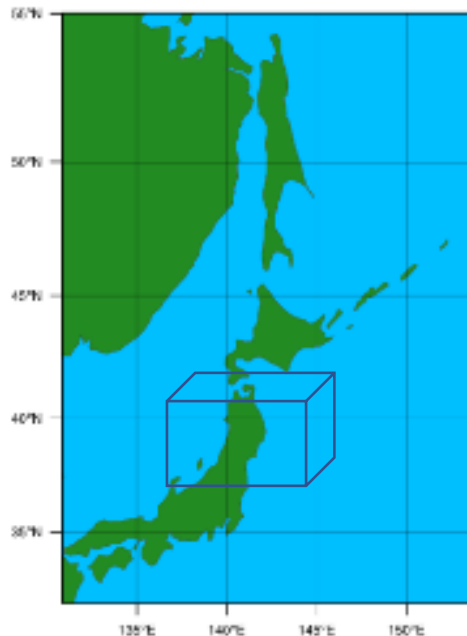


図 17 南北平均した経度高度断面図の描写領域

描写領域は E138.5~E145.0 N37~N41.5 高度 0~2000m

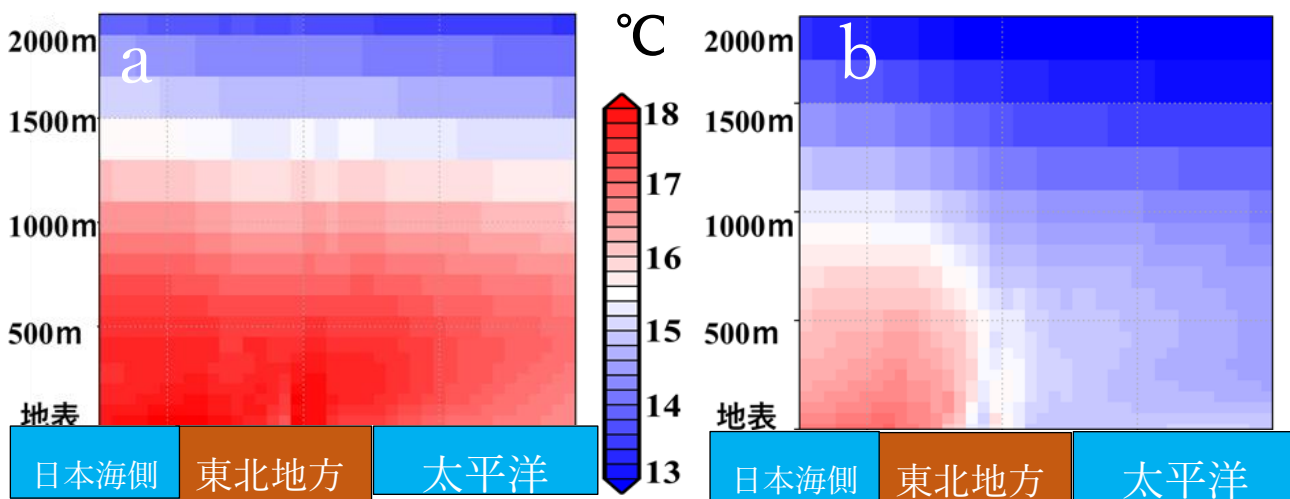


図 18 気温分布の経度高度断面図 (WRF での計算結果) (a) 豊作年平均 (b) 凶作年平均



次に、三陸沖で領域平均した (E141.5-143.5, N37-41.5, 1000-900hPa) (図 19) の昭和初期大凶作期間中の三陸沖気温の推移と米収穫量の推移を図 21 に示す。やませによる下層雲が顕著にみられ凶作だった 1931, 34, 41, 45 年では、下層雲からの放射冷却と太陽放射の反射により冷気層が形成され、三陸沖の気温は低かった (図 20)。

以上より、凶作年のうち 1931, 34, 41, 45 年では、三陸沖の海上に下層雲と冷気層が形成されており、やませが吹いていたことが示された。それに伴い、東北地方では低温・日射量不足となり、凶作を引き起こしたと考えられる。

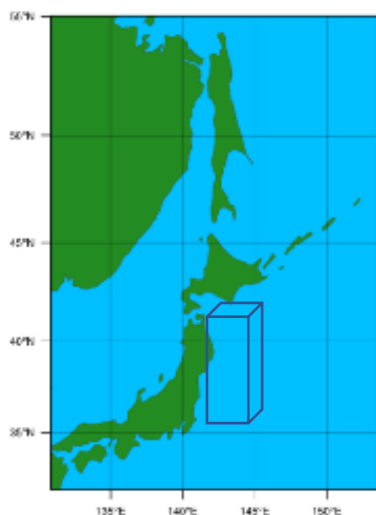


図 19 平均三陸沖気温を計算した領域

計算領域は E141.5~E143.5 N37~N41.5 1000~900hPa

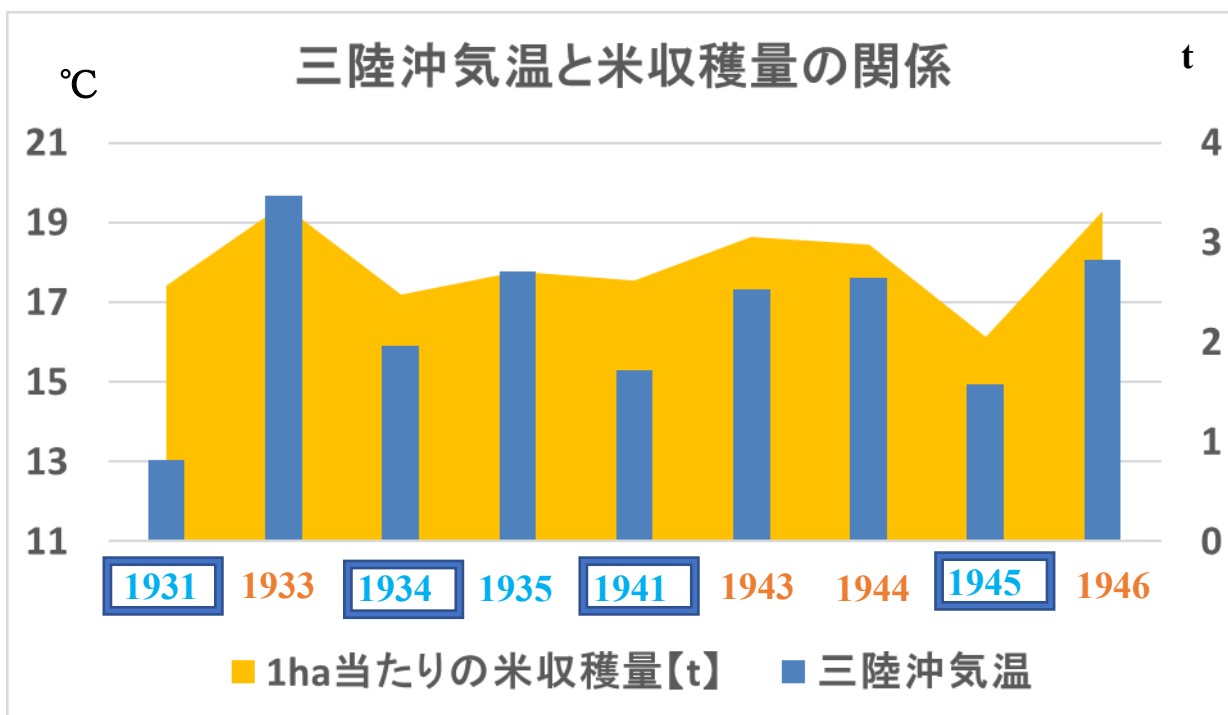


図 20 三陸沖で平均した気温[°C] (WRF での計算結果) と米の収穫量の関係[t]

横軸のオレンジ色は豊作年，水色は凶作年であることを示す。

青枠はやませが吹いたと考えられる年を示す

#### 4-6 十五年戦争中の凶作が、社会に与えた影響

前節までは、昭和初期大凶作期間中の気象場と、気象が凶作に与えた影響について議論してきた。この節では、食糧問題を介して気象と当時の社会情勢の関係を繋げるために、凶作が社会に与えた影響についてまとめる。

連続した凶作年だった 1934, 35 年は、農地の賃料が払えず生活に苦しむ小作農民の反乱が多く発生した。地主と小作農民（地主から農地を借りて農耕していた農民）間で起きた争議を小作争議と呼ぶが、1934, 35 年に起きたその数の平均は、1930-33 年平均の約 3000 件の 2 倍である約 6000 件であった（図 21）。東日本を中心に、農村の娘の身売りや欠食児童が増え、国民の生活は大きく混乱した。

1941 年の凶作は、1939 年に起きた朝鮮大干ばつとも相まって日本の食料供給システムを見直す契機となり、1941 年ベトナム侵攻の遠因にもなった。その根拠として、当時の農林大臣は、『帝国食糧問題の中心たる米は其不足分 900 万石は凡へて之を仏印泰に依存せざるべからず。若し之をすら確保し得ざるに於ては帝国は戦わずして食糧問題に関し一大国内危機を招来するに至るべし』と発言したと記録されている（海野 2016）。現代語に訳すと、「日本の食糧の中心である米が 135 万トン不足するため、フランス領インドシナ（ベトナム）に依存しなければいけない。もしこれが確保できないならば、戦争の有無に関わらず日本は大規模な食糧不足に直面し、国内は危機的状況に陥るだろう」となり、当時の日本が食糧不足を大きく危惧していたことが示されている。

図 22 は、十五年戦争中の日本本土での米生産量、輸入量、前年からの繰り越し量を示している。これら 3 つを足して、その年に利用できる米の量とした。日本の戦況が良かった 1942 年までは、凶作になり米の収穫量が落ち込んでも、輸入量と繰り越し量を十分に確保し、米の不足量を補ってきた。これは 1931 年から 1942 年の間で“前年の米収穫量”と“輸入量と繰り越し量の和”の相関が -0.60 であることから示される。また、この 12 年間の米の収穫量の標準偏差が 90.1 に対し、前年の米の収穫量、輸入量、繰り越し量の和の標準偏差が 73.1 である。これは、気象の影響を受け変動する米の収穫量を、輸入量と繰り越し量で調整し、市場に出る米の量を一定に保とうとしたことが考えられる。

その中で 1945 年の凶作は、度重なる冷夏と食料庫への空襲により備蓄米が減少し繰り越し量も頭打ちになり、アメリカ軍による食糧輸入の妨害を受け、本土で食糧自給が求められる状況に迫っていた日本に大きなダメージを与えた。そしてこれは終戦の一因にもなった。その根拠として、当時の農林大臣は、1945 年 8 月 9 日に開催された第 1 回臨時閣議において、『21 年度一天候極めて不良 東北岩手県に霜あり。稲ヒエも 2 分の 1 全滅。野草も枯れたり』、『青森の上北 下北両群も同様の模様』、『恐らく昭和 6 年の凶作に匹敵するものであらう いま一時の応急策として収穫中の馬鈴薯をもう一度植ゑつける手配中である』、『供給量 昭和 21 年度満州なしの見込み』と述べている（海野 2016）。1945 年の食糧不足は特に深刻であり、都市に住む国民の 1 日当たりの米の配給量は、農家・軍人の半分ほどであった（図 23）。また、太平洋戦争を継続した場合、1945 年 8 月から一般住民への米配給量をさらに 1 割減する予定だったことも明らかになっている（海野 2016）。

以上より、食糧不足は農民を中心に当時の人々の生活や、ベトナム侵攻・終戦という戦争情勢に大きな影響を与えていたことが示された。

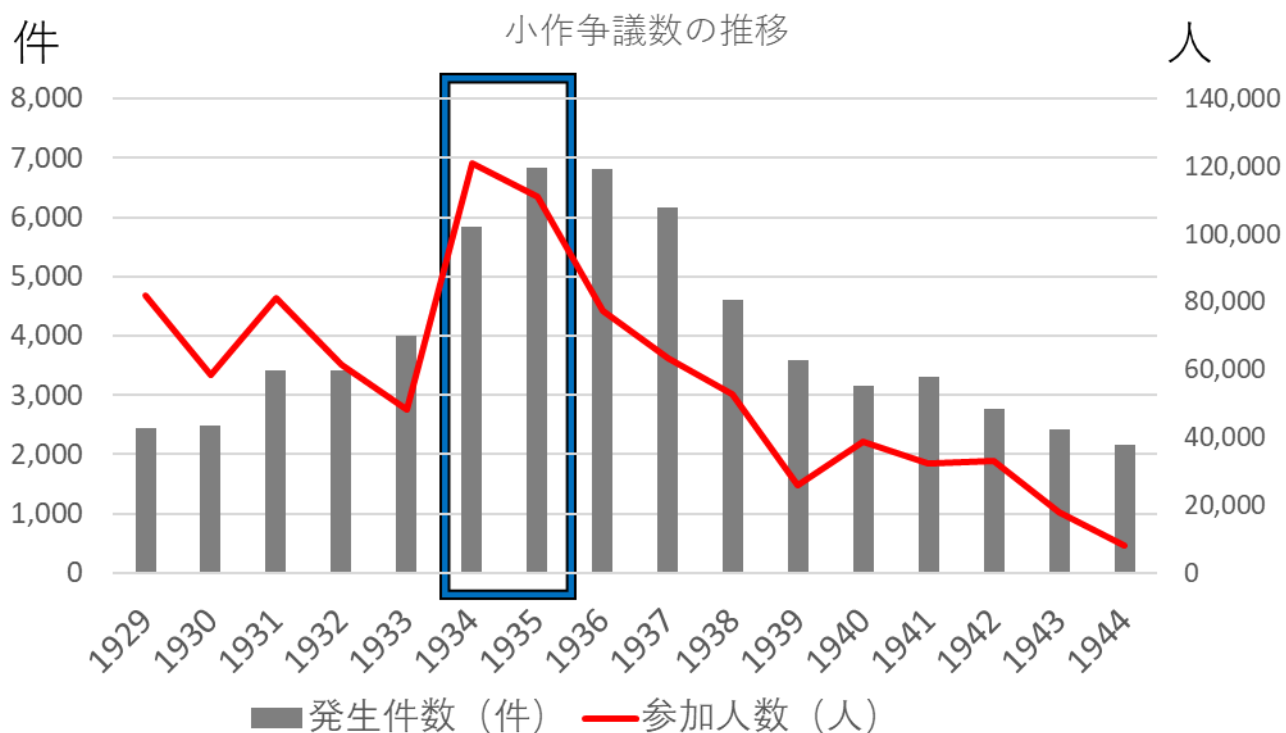


図 21 小作争議数の発生件数 (数) とその参加人数 (人) の推移  
 凶作が連続して起こった 1934・35 年を青枠に示す。 (小作争議数件数 帝国書院より引用)

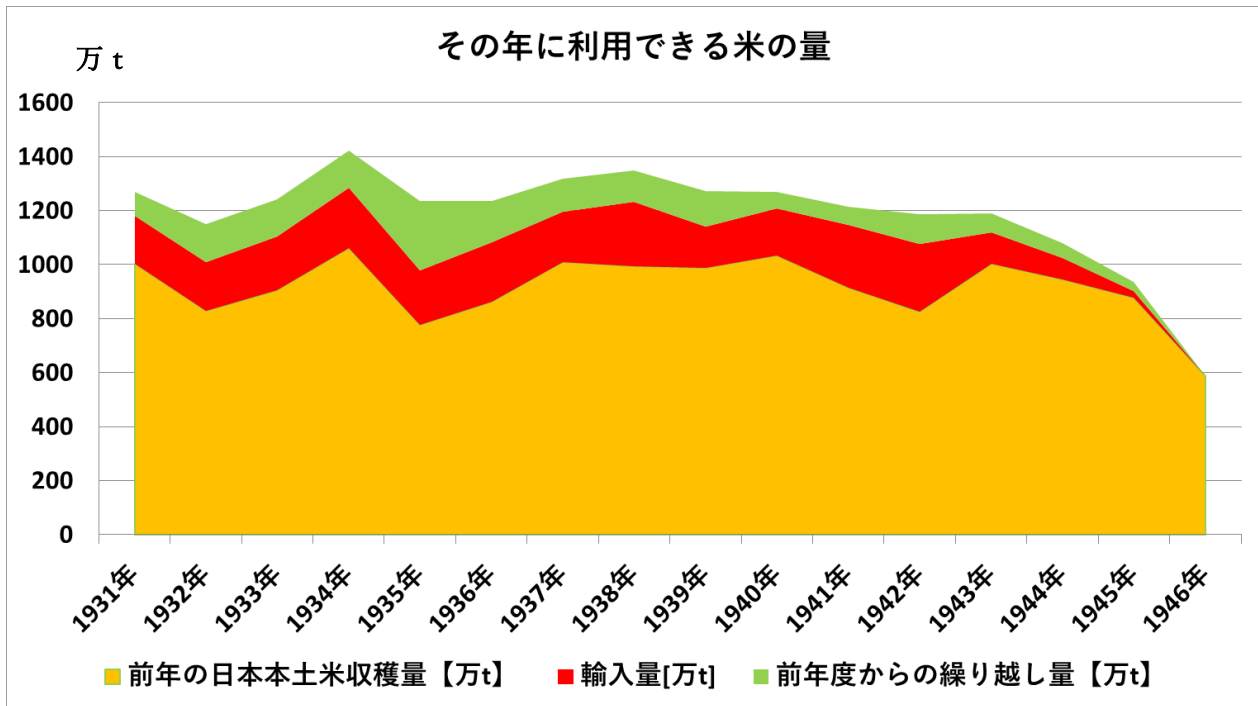
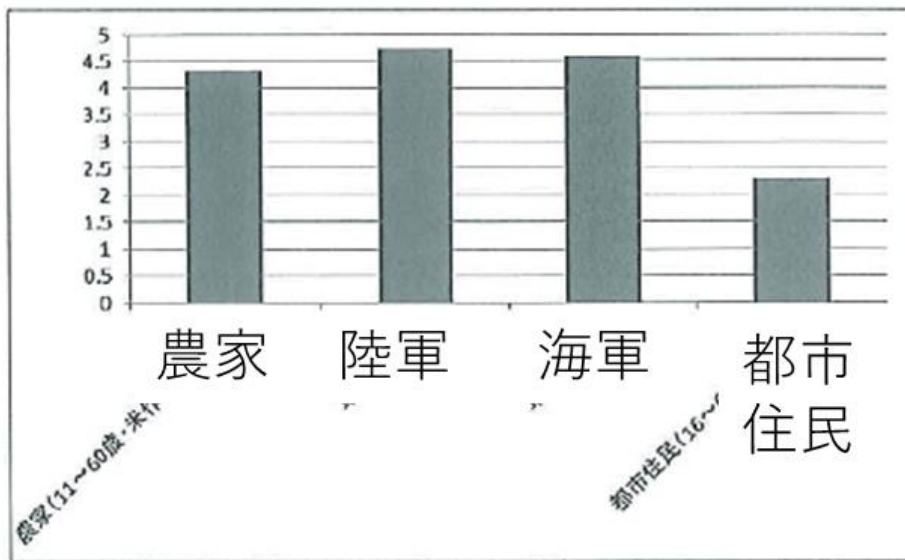


図 22 その年に利用できる米の量の推移 [万 t]



※陸海軍軍人(米麦込み)は、都市住民(代用食糧込み)の1.9~2.1倍

講演資料 (海野2016)

図 23 昭和 19 年における 1 人 1 日当たりの来配当量 (合)

## 第5章 結論

気象・気候に関するイネの生理学的指数である減数分裂限界温度と積算日射量を用いることで、当時の気候場がイネの成長に与えた影響を考察した。図24は、2つの指数と当時の米の収穫量の推移を比較した図である。十五年戦争中におきた凶作年では、7月の最低気温が、減数分裂限界温度である17°C付近かそれ未満であった。また、7月の積算日射量も豊作年と比べると、平均20~30%ほど少なかった。昭和初期大凶作期において、2つの指数と米の収穫量の相関はそれぞれ高く、気象が当時の米の収穫量に大きな影響を与えていたことが示された。

東北地方の凶作は一般的にやませが原因とされている。やませが吹くと下層雲と冷氣層が形成されるが、当時の地上での観測値と再解析データだけでは、これらを観測することができなかった。そのため、当時の気象場を詳細に計算したWRFの出力結果を解析すると、凶作年のうち、1935年を除いた1931,34,41,45年では下層雲と冷氣層が見られた。以上より、昭和初期大凶作中には、やませによりイネの成長を阻害する冷夏が立て続けにおきたと考えられる。

これらより本研究では、十五年戦争中の気象と凶作の関係性を示すことができた。また、先行研究では十五年戦争中に起きた食糧不足は、国民の生活や戦況に大きな影響を与えていたことが示されている。以上をまとめると、十五年戦争中に起きた度重なる冷夏は、食糧問題を介して当時の国民の生活と社会情勢に大きな影響を与え、この期間中に起きた日本の歴史の転換点であるベトナム侵攻・終戦に密接に関係してきたことが示唆された。

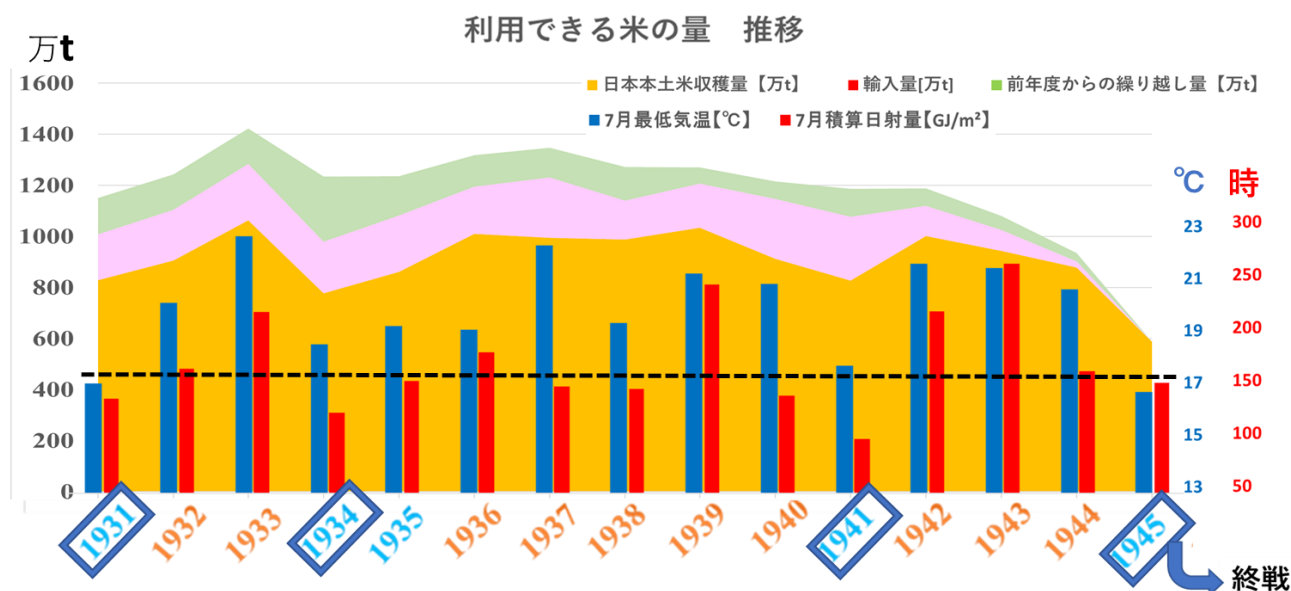


図24 米の収穫量と平均7月平均最低気温・平均7月日照時間の比較  
横軸のオレンジ色は豊作年、水色は凶作年であることを示す  
黒の破線は減数分裂限界温度の17°Cを示す

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、丁寧かつ熱心なご指導を頂きました立花義裕教授には深く感謝いたします。また、三重大学生物資源学部共生環境学科地球環境学システム学コースの先生方には、合同ゼミや中間発表・卒論発表において貴重なご意見を頂きました。授業におきましても様々な専門的知識を講義にてお教え頂き深く感謝致しております。

気象・気候ダイナミクス研究室の先輩方には、計算機の使い方やプログラミングの組み立て方、発表要旨の添削等、研究を進めるにあたって必要な知識や手法等について、一から丁寧にお教え頂き大変お世話になりました。同研究室の小松謙介研究員、安藤雄太氏、杉原直樹氏、松岡優輝氏、永田桃子氏、太田圭祐氏、中西友恵氏、そしてその他研究室の皆様には感謝の意を表します。

同輩、後輩の皆様につきましても日々の研究活動において多くの知識やアドバイスを頂き研究を進めるにあたってたくさん助けて頂きました。本当にありがとうございました。

## 参考引用文献

- (1) 山内大輝, 2016: 終戦を促した異常気象 ~昭和 20 年大豪雪と大冷夏~  
三重大学生物資源学部卒業論文
- (2) 近藤純正, 1987, 地表面に近い大気の科学
- (3) 海野洋, 2016, 食糧も大丈夫也 開戦・終戦の決断と食糧
- (4) W. C. Skamar ock, J. B,et al., 2008, :A description of Advanced Research WRF Version 3, NCAR/TN-475+STR,.6,P2008
- (5) 西山岩男, 1970, 水稻の減数分裂期低温処理による雄性不稔
- (6) 堀江武, 1985, イネの生産の気象的評価・予測法に関する研究
- (7) 立花義裕, 2007, オホーツク海の気象－大気と海洋の相互作用－,気象研究ノート,
- (8) Poli, P., H. Hersbach, P. Berrisford,2015, : ERA Report Series Number 20: ERA-20C Deterministic

## 付録

### WRF の出力結果による当時の気象場

気象官署の観測記録・再解析データから東北地方の気象場を考察することはできたが、水平格子間隔 15km で細かく計算された WRF の出力結果でも、当時の風・地表気温・積算日射量を確認しておく。

#### 1. WRF 出力結果の地表風

豊作年と凶作年でそれぞれ平均風向・平均風速を平均し、平面図を作成した。図中の黒い部分は、標高約 500m 以上の山地を示している。凶作年平均では、やませに伴う東風が東北地方太平洋側から、平野を通過して東北地方太平洋側の内陸部にまで吹き込んでいる様子も確認できた(図 25)。

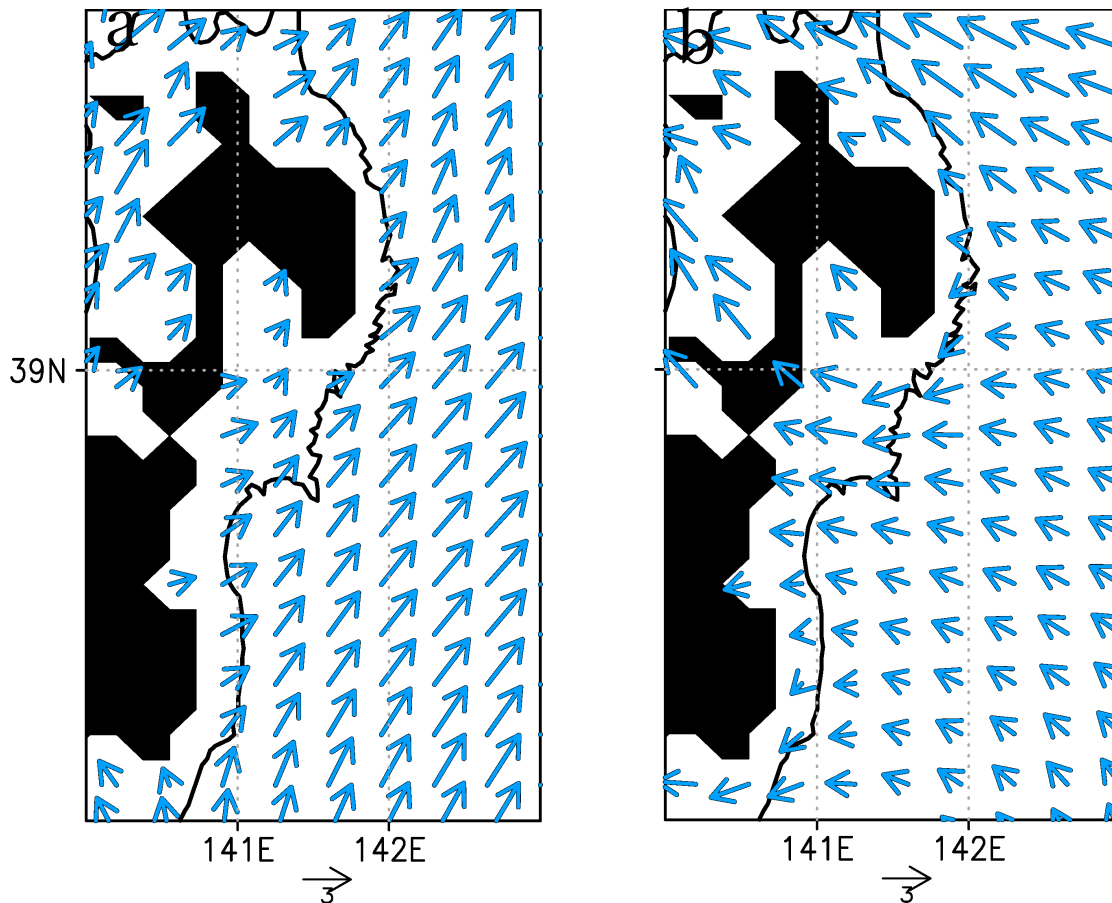


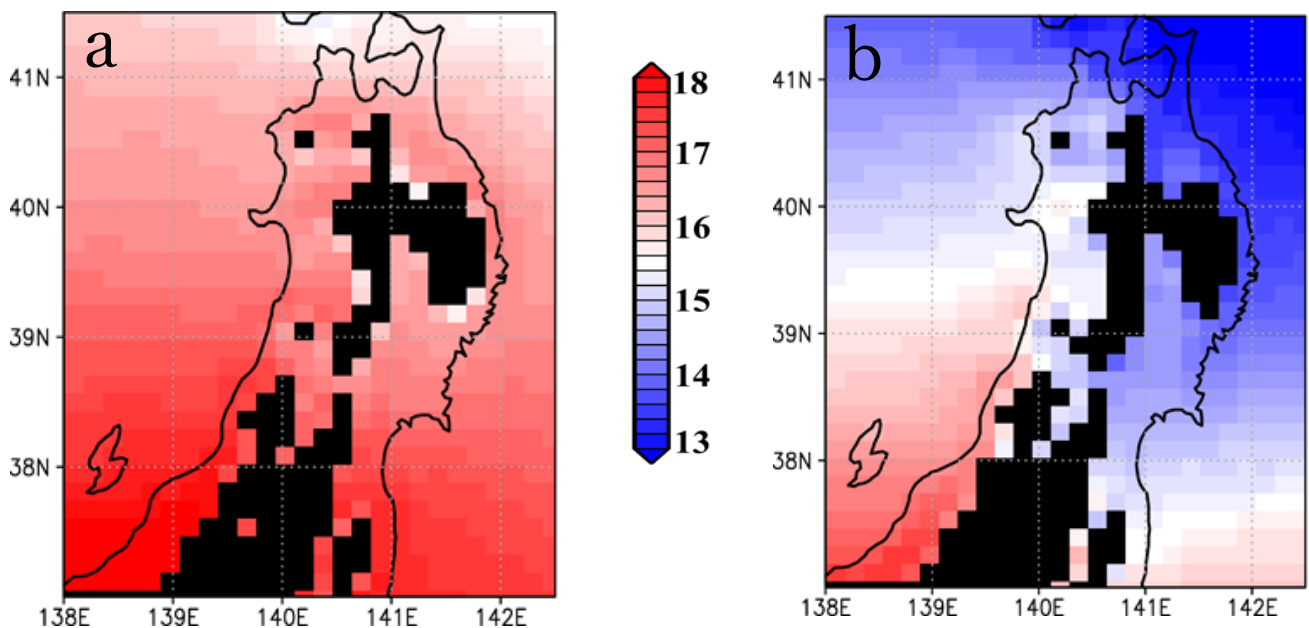
図 25 東北地方を詳しく見た 7 月平均風 (a) 豊作年平均 (b) 凶作年平均



## 2. WRF 出力結果の 7 月平均最低気温

豊作年と凶作年で 7 月平均最低気温を比較した。凶作年平均では、イネが減数分裂を引き起こす目安の最低気温が 17°C 以下である地点が多く見られ、平均値は 16.6°C であった。一方豊作年では、多くの地点で平均最低気温が 17°C を超えており、平均値は 18.8°C であった。これにより凶作年は豊作年と比べると、平均して 2°C ほど 7 月の最低気温が低かったことが示された(図 26)。

図中の黒色は山地(標高約 500m 以上)を示す。イネを栽培する田んぼのほとんどは、標高の低い平野部にある。そのため平均値の計算時にはこれらの地域を除外し計算した。



### 3. WRF 出力結果の 7 月積算日射量

豊作年と凶作年で 7 月の積算日射量を比較した。凶作年では、日本海側と比べて太平洋側の積算日射量が低いことが示された。一方豊作年では、日本海側・太平洋側ともに積算日射量の差は無かった。東北地方 (E139.5-141.5, N37~N41.5) で領域平均すると、豊作年平均は 0.644  $[\text{GJ}/\text{m}^2]$ 、凶作年平均では 0.589  $[\text{GJ}/\text{m}^2]$  となった(図 27)。これにより凶作年は豊作年と比べると、平均 15%(地点によっては 20%)ほど 7 月の積算日射量が少なかったことが示された。

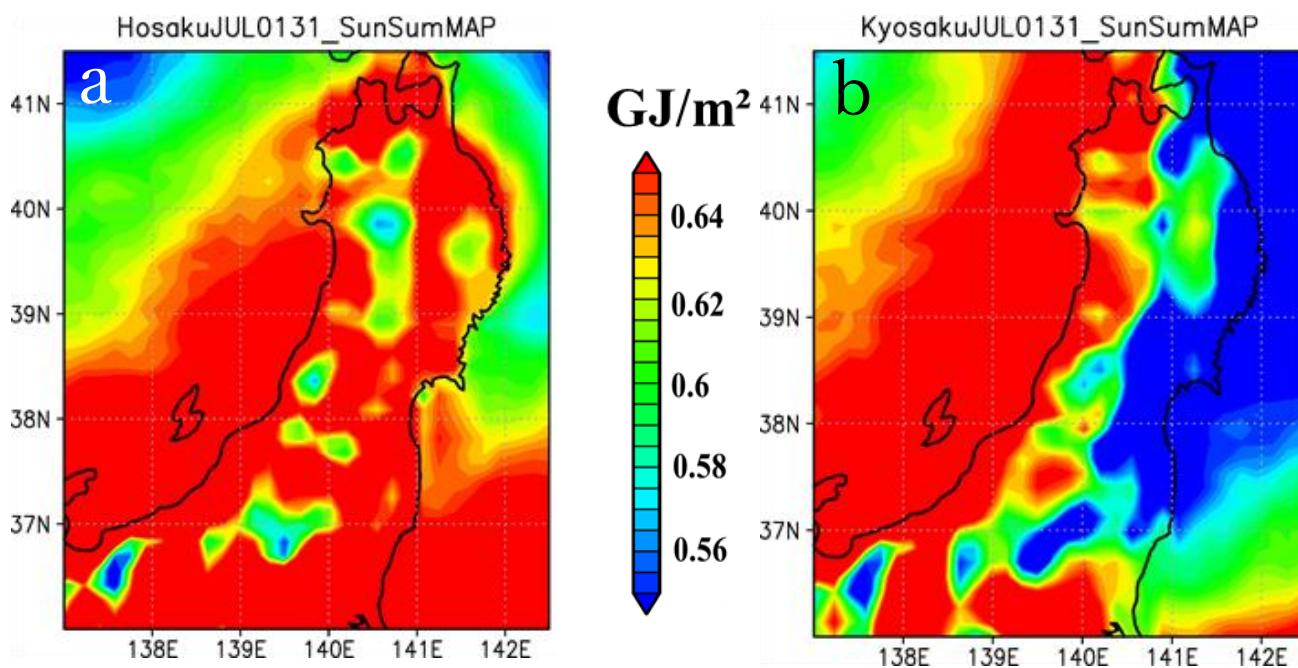


図 27 WRF 出力結果の 7 月積算日射量 $[\text{GJ}/\text{m}^2]$  (a) 豊作年平均 (b) 凶作年平均