

高解像度気象データを用いた東北地方におけるイネ葉いもち 発生予察モデル (BLASTAM) の検証

大久保 さゆり*1・菅野 洋光*2・小林 隆*3

要旨

葉いもちの感染危険性を気象観測値により推定する葉いもち発生予察システム (BLASTAM) に、アメダス観測値を空間内挿により 1 km メッシュに高解像度化したデータを適用して、1978年から2011年の34年間の東北地方での葉いもち発生危険度の年々変動、水平分布を考察した。東北地方での葉いもちの感染危険度 (感染好適条件) は冷害年に特に多くみられた。多予察年と少予察年の比較では、東北地方での上層の西風ジェットおよび下層の高度場に明瞭な違いがみられ、前線の停滞による湿潤状態の持続が葉いもちの多予察につながったことを示していた。予察による感染好適条件の出現率と実際の葉いもち発生率を比較すると、両者に整合性のみとめられた地域では、水田の所在が、山地による遮蔽が小さくかつ気象データの内挿に用いるアメダス観測点を十分に得られる地域に集中していた。この特徴は、空間内挿による気象データ補間の精度と、湿潤時間に降水時間のみを使用する BLASTAM の特性との双方に起因すると考えられた。

1. はじめに

1.1 いもち病について

東北地方では全国の水稲収量のおよそ25%を生産しており (農林水産省 2012)、冷害・病害などによる被害が発生するとその影響は大きくなる。中でも、イネいもち病は世界的にも代表的な水稲の病害であり、東北地方でも主に冷害時に大発生して被害をもたらしている (東北農業試験場 1995; 東北農業研究センター 2004)。いもち病の初期感染源は保菌籾であり、保菌籾から発生した発病苗が水田に移植されることにより、いもち病菌が水田に持ち込まれる。本病は、葉に病斑が現れる「葉いもち」と穂に病徴が現れる「穂いもち」に分けられる。病斑に形成された分生胞子が二

次感染源となり、空気感染して被害が広がる。穂いもちの感染源は、葉いもち病斑から飛散する胞子である。穂いもちに感染すると、米の収量や品質の低下をもたらす。大規模に発生した場合には地域的な経済的損失も甚大となる。このため、いもち病に対する抵抗性品種の育成、殺菌剤の開発などがすすめられてきたが、抵抗性品種の罹病化や薬剤耐性いもち病菌の出現などにより、いもち病は依然として重要な病害である。

1.2 葉いもちと葉いもち発生予察システム (BLASTAM)

葉いもちについては、いもち病菌の胞子が葉に付着して侵入菌糸が発生し、イネ体内に侵入するまでに、葉面濡れ時間が15~25°Cの気温下で10時間以上必要であることなどが確かめられてきた (吉野 1973; 山口 1984; Kim and Mogi 1986)。本研究で用いた葉いもち発生予察システム (BLASTAM) は、これらの知見に基づいて、葉いもちに感染する気象条件が生じたか否かを、アメダス観測による気象要素を用いて推定するために開発されたモデルである (越水 1988; 林・越水 1988)。

*1 (連絡責任著者) 農研機構東北農業研究センター、〒020-0198 岩手県盛岡市下厨川字赤平4、okubos@affrc.go.jp

*2 農研機構中央農業総合研究センター。

*3 山形大学農学部。

—2013年10月7日受領—

—2014年10月23日受理—

BLASTAMでは、いもち病菌が侵入するのに必要な「水稻葉面の濡れ時間」と、「濡れ時間中の平均気温」とをアメダス観測値から推定し、葉いもち発生危険度を日単位で判定する。計算には当日を含む過去5日間の日平均気温と、前日からの気温、降水量、風速、日照時間の時別値を用いる。葉面湿潤時間は4 mm/h未滿の降水の持続時間として定義される。降水量の条件を4 mm/h未滿としたのは、強雨の場合には孢子が葉面から流され定着しないことを想定している。また、4 mm/h未滿の降水の持続時間中に5 m/sを超える風速、または1hを超える日照時間があつた場合、葉の濡れは継続しないと判定する。

これらの様々な推定基準により、感染危険なし(0)、準感染好適条件(1, 2, 3, 4)、感染好適条件(10)の6段階で葉いもちの発生危険性を日単位で判定している(第1表)。第1表のうち4と10の違いは、葉面の湿潤時間と葉面湿潤時間中の平均気温との関係で決定される。感染好適条件(10)の判定には、葉面湿潤時の平均気温が低いほど、より長い葉面湿潤時間が必要となる。例えば葉面湿潤時の平均気温が15°Cの場合、葉いもち感染には17時間以上の葉面濡れ時間が必要となり、葉面湿潤時間が10-16時間であれば準感染好適条件(4)、17時間以上であれば感染好適条件(10)と判定する。詳細なアルゴリズムは林・越水(1988)に掲載されている。

本研究では、1から4、ないし10と判定されれば感染の危険ありとし、これらをまとめて感染好適条件として扱う。

BLASTAMは、アメダスの観測値を用いて、多くの地点で迅速に葉いもちの感染危険性を評価できるように設計されている。そのため、観測地点が水田の近傍とは限らないことや、湿潤の有無の判断を湿度ではなく降水量を用いて推定せざるを得ないなどの問題点

もある。このうち観測点の問題については、単一の地点での情報を用いるのではなく、近隣の複数のアメダス地点で感染好適と判定された場合に広域で発生危険性があると判断しており、広域での感染危険性の把握を主目的として、アメダスの空間スケールに見合うように運用されてきた。BLASTAMにより感染好適条件と判断された場合には、当該地域の農家・普及機関等に周知し、葉いもちが発生した圃場では薬剤散布などの拡散を防ぐ方策を取るなど、先んじて対策や準備ができる。BLASTAMは現在でも各地の病害虫防除所などで利用されている。

1.3 BLASTAMの長期、空間的検証

アメダスによる気象観測が実施されてから30年を超え、長期、多地点でのデータが蓄積されてきた。これにより、通常は予察に用いるBLASTAMを用いて、過去の感染好適条件の出現頻度を長期的に得ることや、実際の葉いもちの発生状況と比較することが可能になった。

加えて本研究では、葉いもち感染好適条件の地域性をより詳細に把握するために、空間内挿によりアメダス観測値を1 kmメッシュに高解像度化し、1 kmメッシュ単位でBLASTAMを計算した。通常はアメダス地点の空間分解能に応じてメソβスケール程度で運用されているBLASTAMにこの気象データを適用することで、感染好適条件の推定も1 kmメッシュ単位で可能になる。これにより感染危険度の出現を点としてではなく水平分布として得られ、地域性を確認することができる。さらに、メッシュ単位での推定結果を用いて、アメダスによる点データでは困難な、都道府県単位でのみ公表されている葉いもち被害面積の年次変動との定量的な比較も可能となる。

本研究では、過去のアメダス観測値を、空間内挿により高解像度化してBLASTAMに適用し、1 km

第1表 BLASTAMによる葉いもち感染好適条件の判定基準。

判定	0	1	2	3	4	10
	感染危険なし	準感染好適条件				感染好適条件
葉面の濡れ時間が10時間以上	×	○	○	○	○*	○*
葉面湿潤時の平均気温が15-25°C	-	○	○	×	○*	○*
前5日間平均気温		20°C未滿	25°C以上			

○：該当する ×：該当しない -：判定しない

*：4と10は気温と濡れ時間との関係により決定する(本文参照)。

メッシュ単位での葉いもちの感染好適条件の出現頻度を求め、その空間分布と長期変動について検証することを目的とした。

2. 方法

2.1 対象地域と期間

調査対象地域を、青森・岩手・宮城・秋田・山形・福島の東北地方6県とし、調査対象年はアメダスデータを得られる1978年から2011年の34年間とした。BLASTAMの適用期間は葉いもちの初発生前から出穂期頃までである。葉いもちの初発生日や水稻の生育期間には東北地方の中でも地域による差があるため、本研究では、期間をやや長めにとり、6/21から8/10までの51日間を計算対象期間とした。

2.2 気象要素の空間内挿による1 km メッシュ化

気象要素(気温、降水量、風速、日照時間)には、対象地域内のアメダス1時間値を空間内挿により1 kmメッシュ化したデータセットを作成し、このデータによりBLASTAMを計算した。基準地域メッシュ(3次メッシュ)に基づく各1 kmメッシュに対して、近傍の4地点のアメダス観測点の値を、観測点からの距離自乗で除して内挿した。気温についてはメッシュの標高に応じた補正を施した。他の3要素については内挿値をそのまま用いた。ただし、日平均気温については、菅野(1997)の手法を用いて地形因子による重回帰式から計算している。

気象データの高空間解像度への内挿には、地形などの局地性やそれに伴う力学過程も反映させるべきであるが、本研究では、BLASTAMによる予察結果を長期に検証する目的を優先した。対象期間の長さによる計算資源の制約と、予察計算に時別値を要することから、力学モデルや日別値による既存のメッシュ気象データベース等によらず、期間を通じて空間内挿による高解像度化を実施した。

東北地方全域の1 kmメッシュデータを作成したうえで、BLASTAMによる予察を行なった。予察の対象は、国土数値情報土地利用3次メッシュデータ(1976年度)を参照し、水田もしくは畑地が存在するメッシュとした。予察対象となるメッシュは、いずれも1 kmメッシュ内の平均標高が1,000 m未満であり、空間内挿による気象要素の誤差が大きくなりやすい高標高の地域の多くは除外される。

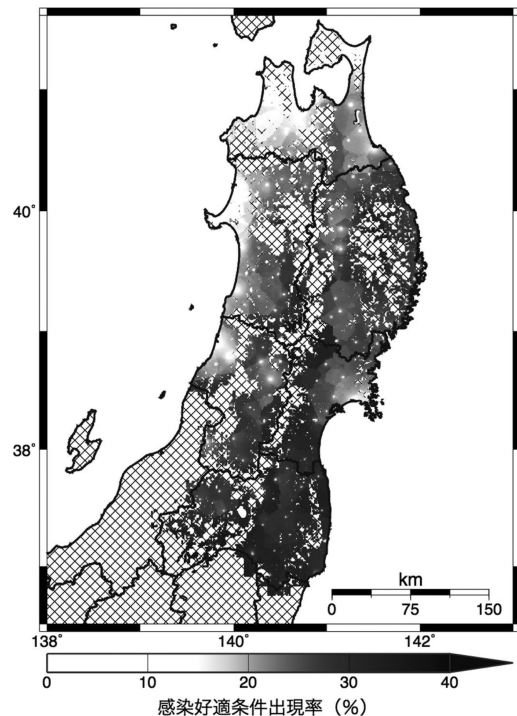
3. 結果

3.1 感染好適条件の特徴

第1図に、全予察対象メッシュにおける感染好適条件の平均出現率の分布を示す。平均出現率は、各メッシュの対象期間(51日間)中の感染好適条件(準感染好適条件も含む)の出現日数割合を34年間で平均したものである。出現率は、全体的に、太平洋側南部で多く、日本海沿岸の平野部で少ない傾向がみえる。特に北緯38度以南で多いのが特徴的である。また、北緯38~40度付近では、平坦部と比較して山地の斜面に多い。これは、地形性降雨により平坦部と比較してより湿潤な条件におかれやすいことによると考えられる。

3.2 多予察年・少予察年の特徴

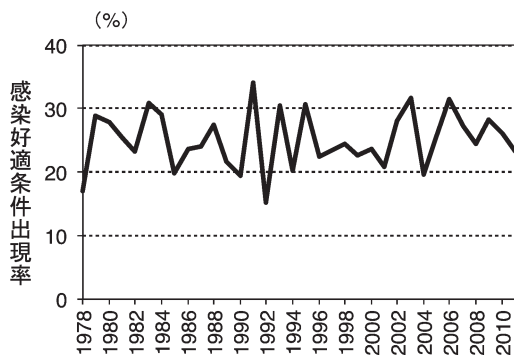
第2図に、対象期間(51日間)の全メッシュでの感染好適条件の平均出現率時系列を示す。特に冷害年である1983、1993、2003年などに高い値を示している。これらの冷害年には、岩手県から福島県にかけての広い範囲で感染好適条件の発生が多かった。これは、冷害年にはヤマセ(低温の北東風)が持続的に吹き、



第1図 BLASTAMによる葉いもち感染好適条件出現率。1978-2011年の平均による。本図の感染好適条件には準感染好適条件も含む(以降の図も同様)。

低温とともに霧もしくは層雲による降水、および寡照をもたらしたため (例えば工藤 1984), いもち病の発生にとって好適な条件になったと考えられる。冷害年以外についても, 1991年や2006年のように多予察年がみられる。葉いもちの感染/準感染好適条件を満たす温度には幅があり, 必ずしも冷害をもたらすほどの低温であるとは限らない (第1表)。したがって, これらの年については, 低温ではないものの, 降水や低日照による湿潤な状態の持続により, 感染好適条件の出現が増えたものとみられる。一方で, 1994年, 2004年などの高温年には, 出現率が低いことも特徴的である。こちらのケースは, 多照, 少ない降水量などにより, 葉面湿潤時間が持続せず, 低い出現率となったと推察される。

そこで以下では, 解析年のうち, BLASTAMでの感染好適条件の出現率が高かった年を多予察年, 低かった年を少予察年として分類し (第2表), 両者のコンボジットを作成して考察した。なお, 1978年は感染好適条件の出現率が低いが, 気象庁長期再解析 JRA-25 (Onogi *et al.* 2007) を用いた総観場の解析ができないため, 少予察年から排除した。両グループの年における夏季の, 対象地域の全メッシュ平均気温を比較すると, 多予察年には解析期間平均値からの偏差が -0.81°C で低温を, 少予察年には $+0.58^{\circ}\text{C}$ で高温を, それぞれ示している。



第2図 BLASTAMの感染好適条件の推移。

第2表 BLASTAMによる葉いもち多予察年および少予察年。右端の数字は各カテゴリの6-8月気温平年偏差の平均値を示す。

多予察年	1983, 1991, 1993, 1995, 2003, 2006	-0.81°C
少予察年	1985, 1990, 1992, 1994, 2001, 2004	$+0.58^{\circ}\text{C}$

第3図に, 多予察年, 少予察年の感染好適条件の出現率のコンボジットを示す。冷害年を多く含む多予察年には, 東北地方の広範囲で感染好適条件の出現率が高い。特に山地の周辺で多く, 地形性の降雨が大きく影響していると考えられる。北緯38度よりも南では奥羽山脈の太平洋側で出現率が高いが, これは, 梅雨前線帯が気候平均で北緯30~35度付近に位置しており, その影響を受けやすいため, 降水が持続する傾向のあることが一因として考えられる。青森県では津軽地方と下北半島で出現率が小さいが, これには感染好適条件を下回る低温により値が出にくいことと, 相対的にオホーツク海高気圧に近いため降水量が少ないことが原因として考えられる。

少予察年には, 全般に出現率が低いが, 福島県では依然として値が相対的に高い。それ以外の地域では山地の周辺部に高い値がみられ, 地形性の降水が影響していることが一因として考えられる。

3.3 総観場の特徴

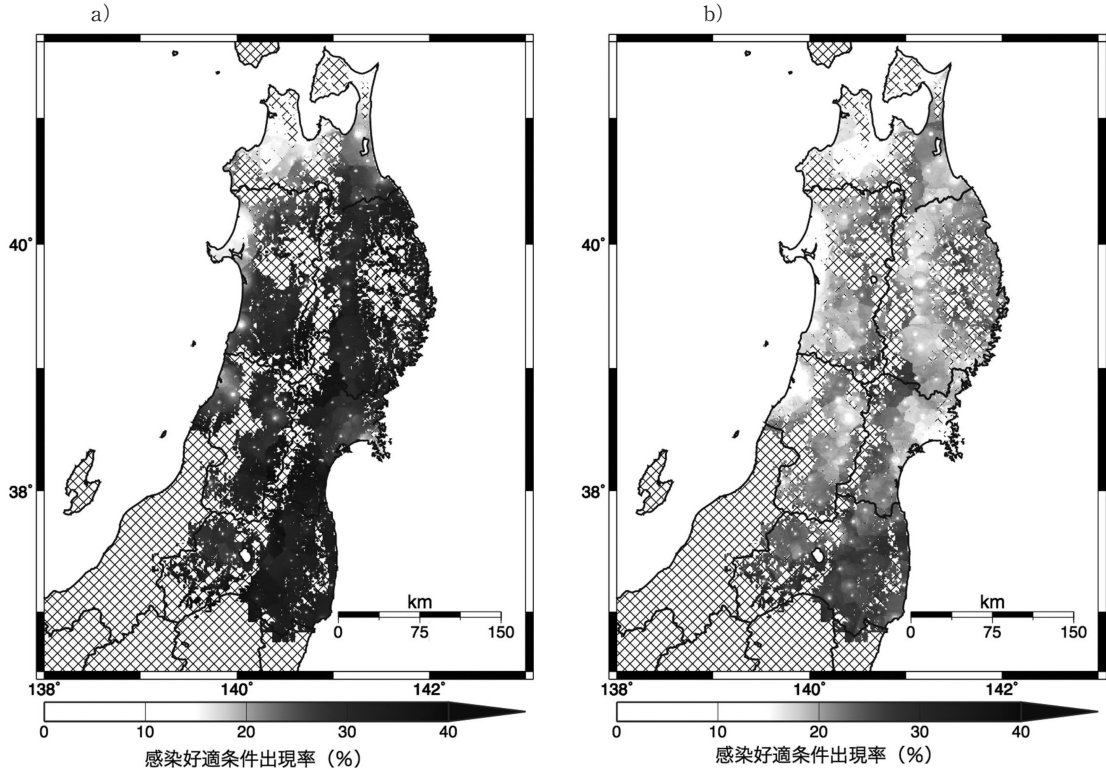
第4図には, JRA-25による多予察年, 少予察年における200 hPa 風偏差および850 hPa 高度偏差のコンボジットを示す。多予察年 (第4図a) においては, 北緯35度を中心として亜熱帯ジェット気流が強化されており, 850 hPa 高度も負偏差で梅雨前線が顕著であることが示唆される。オホーツク海には東風偏差と高度の正偏差とがみられ, オホーツク海高気圧の存在およびヤマセの吹走が示唆される。

一方, 少予察年 (第4図b) の200 hPa 風偏差では, 初夏年に顕著な, チベット高気圧に関連したアジアジェットの蛇行により, 日本付近に形成される背の高い高気圧 (Enomoto *et al.* 2003; Enomoto 2004) が顕著であることを示唆している。下層では, 西日本付近を中心として本州一帯に高度の正偏差がみられるが, 上層の高気圧性循環とは位置がずれている。これは, 西太平洋起源のPJパターンの関与を示唆している (Kurihara and Tsuyuki 1987; Nitta 1987)。また850 hPa 高度の本州付近の正偏差は, 梅雨前線の活動の不活発化も示唆している。以上のように, 少予察年は, 2つのテレコネクションパターンに影響を受けた暑夏のパターンを示している。

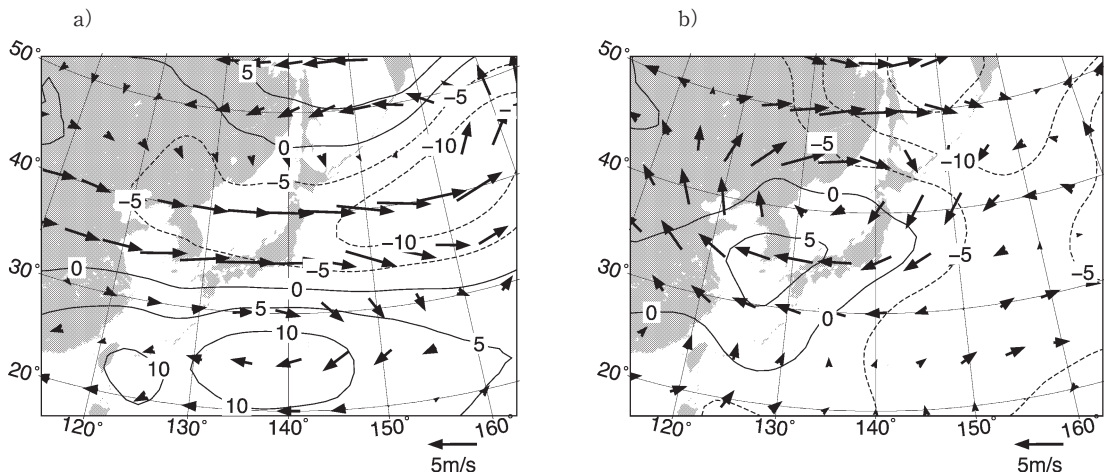
第5図は JRA-25による33年間の平均と多予察年, および少予察年における u 成分の高度時間断面を示

す。33年平均 (第5図a) と比較すると、多予察年 (第5図b) では7月下旬まで亜熱帯ジェット軸が明瞭で、梅雨が同期間まで持続しやすい状況を示唆して

いる。平年の梅雨明けは東北南部で7月25日頃、北部で同28日頃であるので、平均的な梅雨明けの時期に偏西風は弱まっているものの、その後も200 hPa 付近に



第3図 BLASTAM 多/少予察年における感染好適条件の出現率。a) 多予察年, b) 少予察年。



第4図 多/少予察年における850 hPa 高度および200 hPa 風系の偏差。a) 多予察年, b) 少予察年。高度および風系はそれぞれ1979-2011年の平均値による偏差を示す。コンター間隔は5m。

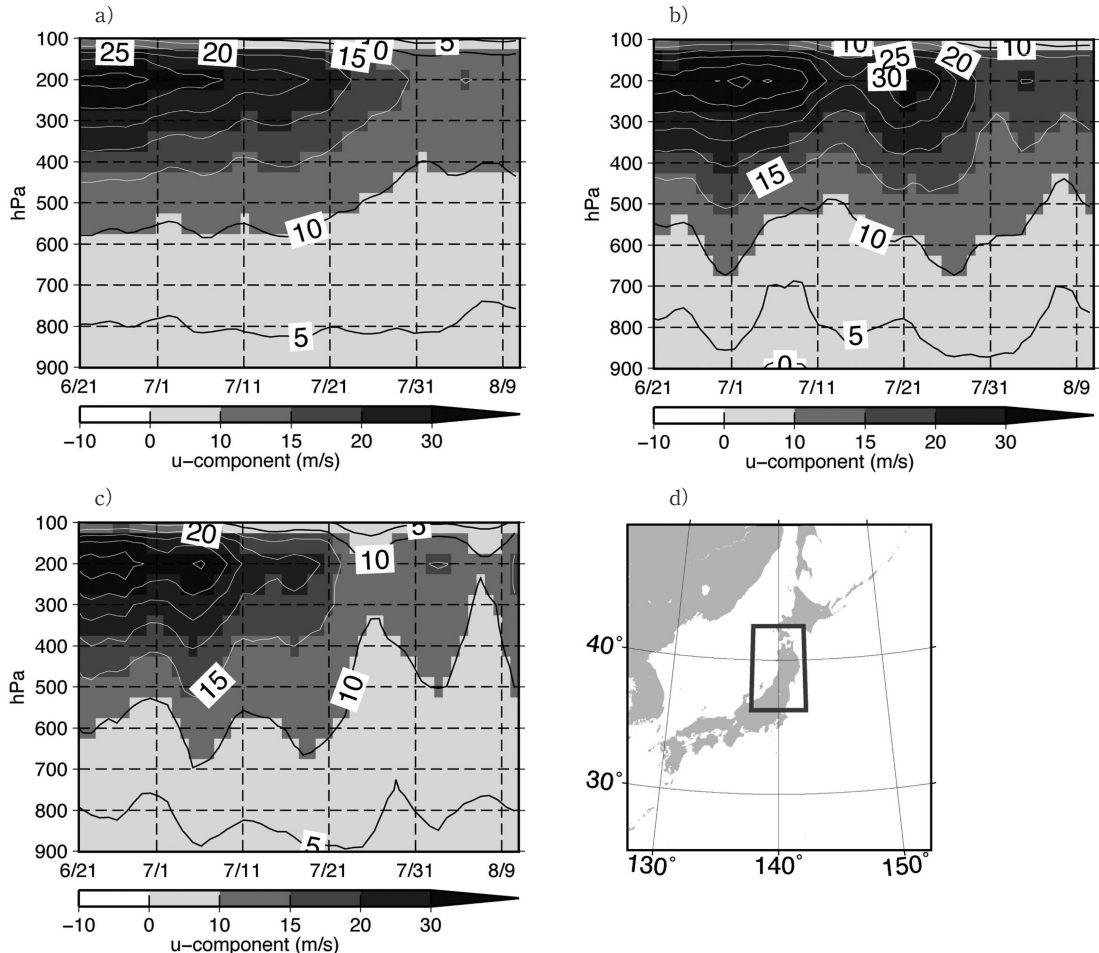
は風速15 m/s以上の偏西風が持続しているため、梅雨明け後も冷夏パターンが持続しやすい状況と考えられる。

少予察年(第5図c)では、6月下旬以降、上層の風速は多予察年よりも小さく、7月中旬以降から不連続的に弱まっている。それ以降の風速も多予察年に比較して小さく、平年よりも早く梅雨が明け、それ以降は暑夏のパターンに切り替わることが示唆される。

以上より、総観スケールでみた場合、多予察年では梅雨前線とオホーツク海高気圧による冷夏型の気圧配置の持続が示唆されたのに対して、少予察年では梅雨前線の不明瞭および平年よりも早い梅雨明けが示唆される。これは前節で記載した感染好適条件の水平分布の違いに関する考察とも矛盾しない。

3.4 BLASTAMによる発生予測と被害面積率

これまで気象データを用いた葉いもち発生予察の結果を中心に論じてきたが、ここでは実際の葉いもちの被害と比較していく。第6図に、東北地方の全ての予察対象メッシュでの、BLASTAMによる感染好適条件の予察割合(以降、予察値とする)と東北地方6県の葉いもち被害面積率の時系列を示す。葉いもちの被害面積率は、県別の葉いもち発生面積を水稻作付面積で除して算出した(日本植物防疫協会2013;農林水産省2012)。BLASTAMによる発生予察は全ての対象メッシュでの葉いもち感染条件出現率であるのに対し、被害面積率はその年の水稻作付面積に対する葉いもち発生面積の割合であるため、両者の変動幅は異なるが、類似した年々変動を示している。被害面積率



第5図 多/少予察年における u 成分の高度-時間断面。a) 33年平均, b) 多予察年, c) 少予察年, d) 断面図の計算対象領域。コンターとカラースケールはいずれも u 成分を示す。コンター間隔は5 m/s。

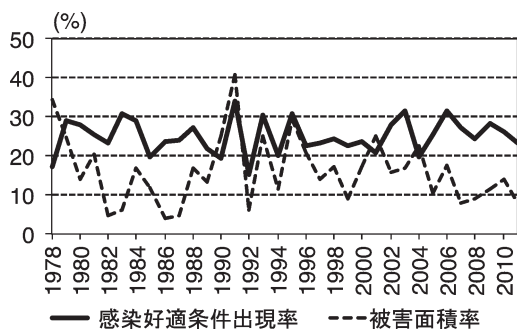
の大きかった1988, 1991, 1993, 1995, および2003年の5年についてはBLASTAMによる予察の頻度も高く、少予察年も併せ、極端な高低のピークはおおむね一致していると言える。一方で、被害面積率のみに着目すると、1980年代半ばから1990年代半ばにかけての年々変動が特に大きく、その後徐々に変動の幅が小さくなる傾向を示している。このことには、実際の葉いもち発生の増減に加えて、いもち病に対して抵抗性を有する品種への移行や、有効な薬剤の導入などの外

的な要因も含まれている。

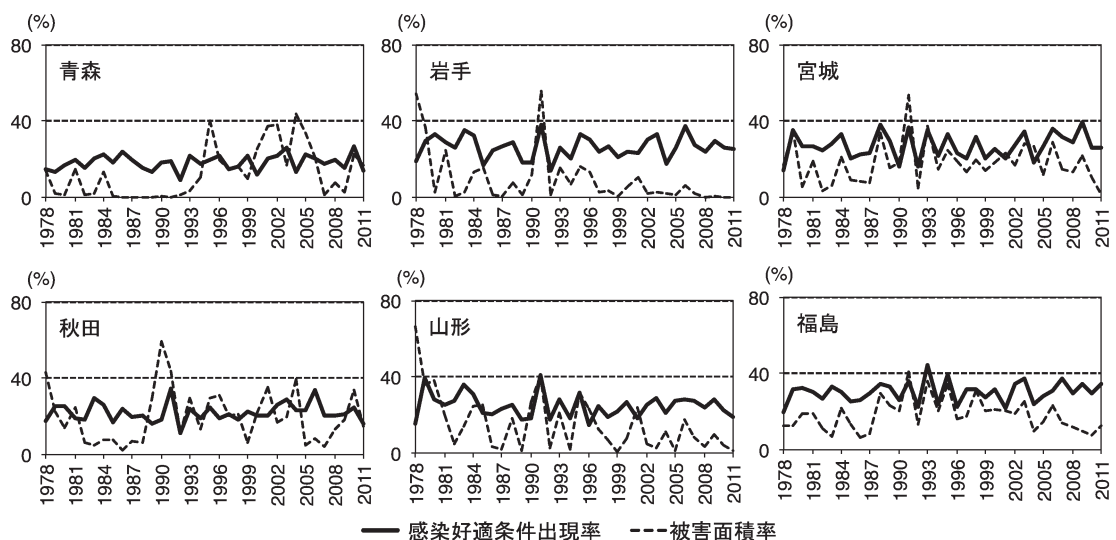
第7図には、第6図と同様の予察値と被害面積率の年々変動を県別に示したものを、第3表に各県での予察値と被害面積率との年々変動の相関係数を、それぞれ示す。予察値と被害面積率とにおいて有意な相関を示した宮城・福島の両県では、予察値のピークと被害面積率のピークが1990年代を中心に概ね一致している(第7図)。これに対して、青森、岩手、秋田、山形の4県では、予察値と被害面積割合とに有意な相関がみとめられなかった。

ここで、対象地域の地形、土地利用とアメダスの分布を確認した。第8図aに、各メッシュの水田面積の分布を示す。ハッチはメッシュ内の最大高度差が200 m以上の領域、すなわち山地など傾斜の大きい領域を示している。宮城県では西部の山岳域と女川半島周辺をのぞき、起伏の大きい領域は小さく、水田面積は北部の仙台平野を中心に大きい。福島県では福島盆地から郡山盆地にかけての中通り地域を中心に水田域が広がっている。青森、岩手、秋田、山形の各県でも同様に、水田面積の大きな場所は起伏の小さい領域に集中している。

他方、宮城県、福島県では、傾斜が小さく水田の多い領域が東西方向、南北方向ともに広がっており、平坦部に多くのアメダス観測点が配置されている(第8図b)。これに対して他の4県では、大規模な山地によって、平坦で水田面積の大きい領域が狭い範囲に集



第6図 東北地方におけるBLASTAMによる感染好適条件の出現率および葉いもち被害面積率の推移。葉いもち被害面積率は、日本植物防疫協会「病害虫発生データベース」による葉いもち発生面積および農林水産省「作物統計」による水稲作付面積により算出した。



第7図 各県におけるBLASTAMによる感染好適条件の出現率およびいもち病被害面積率の推移。

中している。津軽平野、横手盆地、北上盆地、庄内平野など水田面積の大きい地域では、特に東西方向に確保されるアメダスが少ない (第 8 図 b)。本研究で用いた気象データの空間内挿では、それぞれのメッシュに対して各方向の近傍の観測点を抽出しているため、これらの地域では、東西方向に起伏の大きい場所を挟んで補間せざるを得ない。この様な条件では、内挿の際の誤差が大きくなりやすい。

これらから、宮城県と福島県で予察結果と実際の発生面積とに対応がみられた理由として、平坦で水田の集中する地域に多くのアメダスがあることで、気象データの推定誤差が小さくなり、葉いもち予察の精度も高くなったと考えられる。

これに対して、予察値と被害面積率とに有意な相関

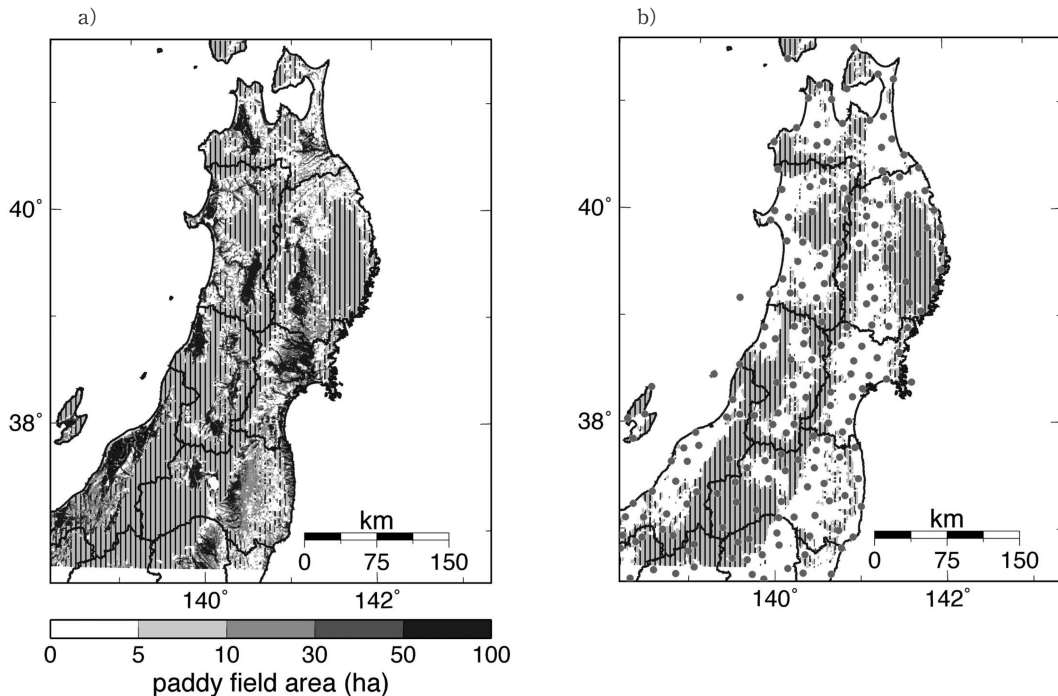
のみられなかった青森、岩手、秋田、山形の各県では、水田の多くが盆地や中山間地に分布しているために、アメダス観測値からの空間内挿による気象データの推定に誤差が大きいために、両者の不一致の要因のひとつとして挙げられる。加えて、BLASTAMでは葉の濡れ時間の推定に降水量を使用している一方で、実際には降水以外にも早朝の結露などによっても葉の濡れを生じ、感染しやすい状態がもたらされることがある (越水 1988)。一般に、中山間地における水田は谷戸や沢沿いに多く、盆地霧など降水によらない湿潤状態の発生が平野部に比べ多い。葉いもちの予察値と実際の被害面積率の変動の不一致は、アメダス観測値のみを用いる BLASTAM では予察し得ない地域が多いことも反映しているとみられる。

第 3 表 BLASTAM の感染好適条件出現率と葉いもち被害面積率との相関係数。太字は 1% 有意を示す。

	青森	岩手	宮城	秋田	山形	福島
r	0.18	0.16	0.56	-0.01	0.21	0.51

4. 考察

本研究ではアメダス観測による点データを 1 km メッシュに展開することで、高空間解像度での葉い



第 8 図 水田面積とアメダスの分布。a) 1 km メッシュ当りの水田面積分布, b) アメダス (4 要素観測点) 分布。ハッチはメッシュ内の最大標高差が 200 m 以上であることを示す。水田面積は国土数値情報土地利用 3 次メッシュデータ、標高は国土数値情報標高・傾斜度 3 次メッシュデータにより作成。

もち予察を行なった。

アメダスデータの1 km メッシュデータへの展開については、単純な距離自乗の逆数による内挿により行なったために、アメダス観測点から距離が離れている場合や、観測点間に山地などを挟む場合に精度が落ちる。特に風速や降水量は地形など局地性による影響も大きく、本手法による点データからメッシュデータへのダウンスケーリングは完全なものではない。従って、本研究による1 km メッシュによる水平分布は、特に山間部について、ある程度の誤差を含んだものとしてみていく必要がある。

BLASTAMによる葉いもち予察は本来はアメダスの点データを用いるものであるが、一方で実際の葉いもち発生状況は県単位で公表される。このため、BLASTAMによる予察結果の長期的評価を目的とする本研究では、気象データの展開の精度に制約をとまなうものの、1 km メッシュ単位、かつ農用地を含むメッシュのみを抽出することで、予察と発生面積との定量的な比較を試みた。その結果、予察結果と実際の被害との年次変動に対応がみられた2つの県では、水田の所在が、地形による遮蔽が小さく、かつ内挿に用いる観測点が十分に得られる地域に集中していた。したがって、このような条件のもとでは、BLASTAMによる予察がシズナルな葉いもちの発生危険性を表現できることが示された。また、気象4要素を用いるBLASTAMの結果と被害面積との対応は、気象要素の直接の検証ではないものの、こうした地域での線形内挿で推定した気象要素の妥当性も示唆している。同様の条件下では、気象データの空間内挿による推定も有効であるといえる。

他方、現在運用されているアメダス観測値を用いるBLASTAMについて、降水量以外の要因による葉面濡れ時間を推定できないことによる限界も示された。この問題点を解決する方策として、気象モデルを用いて物理的にイネの葉の濡れを推定する方法を導入することが挙げられる。気象予測モデルの計算結果から葉の濡れ時間を求めることが可能になれば、降水量だけでは把握できなかった結露による葉いもち感染も予察が可能になる。また、葉いもちの発現に係した総観場が明らかにされたことから、大規模場の週間から月間程度の時間スケールの予測データに基づきいもち病発生予報の情報発信も可能になると考えられる。加えて、葉や植物体の濡れは、いもち病以外の病気、例えばイネ紋枯病にも応用可能であり、その利用可能性は

非常に大きい。今後の研究テーマとして、気象モデルによる葉の濡れ推定モデルの開発およびその農業現場への適用を考えておきたい。

5. まとめ

葉いもち発生予察モデル BLASTAM は、アメダスで観測される気象4要素の特別値を用いてイネの葉の濡れ時間を推定し、葉いもちの感染危険性を推定するもので、広域での葉いもち感染危険性の予察に用いられてきた。本研究ではアメダス観測値から距離自乗の逆数による空間内挿で1 km メッシュデータを作成し、1978-2011年における東北地方での葉いもち発生危険度の解析を行なった。特に冷夏年には発生予察の頻度が増加し、それらの年は多くの県で実際の発生も多かった。

BLASTAMによる多予察年と少予察年を選択し、コンポジット解析によって200 hPaの風系と850 hPa高度を比較したところ、多予察年では梅雨前線の持続およびオホーツク海高気圧の発達、少予察年では日本付近の背の高い高気圧と梅雨の不明瞭による高温乾燥の天候が、それぞれ示唆された。葉いもち予察と総観場との関連を把握できたことにより、今後のいもち病の中長期的な発現予察への展開が期待される。

葉いもちの予察結果と被害面積を県別に比較したところ、両者の対応には地域的な差異がみとめられた。対応のよい地域では地形の起伏が小さい領域が大きいため、空間内挿による気象データの推定値とBLASTAMによる予察との精度がともに良好であることが、一方で盆地や山間部などの多い地域では双方の精度が低くなることが、それぞれ考えられた。これらから、空間内挿による気象データのダウンスケール手法と、アメダス観測値を用いて葉いもちを予察するBLASTAMとの双方の限界が示された。あわせて、地形による遮蔽が小さい領域が広がる地域では、BLASTAMによる葉いもち予察が発生危険性を表現できることが示された。

今後、葉いもちをはじめ作物病害の予察精度を農業利用に適した圃場レベルの空間スケールに精度よく展開するには、適用地域に制約のある単純な線形内挿のみではなく、地形や物理過程を考慮する力学的ダウンスケール、長期の統計的傾向を用いる統計的ダウンスケールなど気象データの高解像度化手法を活用することや、数値モデルの利用による既存の観測値では得られない要素の推定など、多様な視点での高解像度気象

データ利用の実現が望まれる。

謝 辞

本研究は文部科学省気候変動適応研究推進プログラム (RECCA) により実施されました。

参 考 文 献

- Enomoto, T., 2004: Interannual variability of the Bonin high associated with the propagation of Rossby waves along the Asian jet. *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 1019-1034.
- Enomoto, T., B. J. Hoskins and Y. Matsuda, 2003: The formation mechanism of the Bonin high in August. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **129**, 157-178.
- 林 孝, 越水幸男, 1988: 葉いもち発生予察のコンピュータプログラム (BLASTAM) の開発. 東北農業試験場研究報告, (78), 123-138.
- 菅野洋光, 1997: ヤマセ吹走時におけるメッシュ日平均気温の推定. *農業気象*, **53**, 11-19.
- Kim, C. K. and S. Mogi, 1986: Effect of temperature treatments on the penetration and disease development in the leaf epidermis by the rice blast fungus, *Pyricularia oryzae* CAVARA 1. Effect of pre- and postdisposing temperature on the disease development of rice blast. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, **52**, 184-192.
- 越水幸男, 1988: アメダス資料による葉いもち発生予察法. 東北農業試験場研究報告, (78), 67-121.
- 工藤泰子, 1984: 典型的なヤマセ時のオホーツク海気団の特性—1981年6月18~21日の事例解析—. *天気*, **31**, 411-419.
- Kurihara, K. and T. Tsuyuki, 1987: Development of the barotropic high around Japan and its association with Rossby wave-like propagations over the North Pacific: Analysis of August 1984. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 237-246.
- 日本植物防疫協会, 2013: 病害虫発生・防除面積データベース. <http://www.jpnp.ne.jp/member/> (2013.9.10 閲覧).
- Nitta, T., 1987: Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the Northern Hemisphere summer circulation. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 373-390.
- 農林水産省, 2012: 作物統計 水陸稲の時期別作柄及び収穫量 (全国農業地域別・都道府県別) —水稲. <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001106532> (2013.7.15 閲覧).
- Onogi, K., J. Tsutsui, H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, S. Kadokura, K. Wada, K. kato, R. Oyama, T. Ose, N. Mannoji and R. Taira, 2007: The JRA-25 reanalysis. *J. Meteor. Soc. Japan*, **85**, 369-432.
- 東北農業研究センター, 2004: 東北地方における平成15年異常気象による被害の実態と解析. 38-44.
- 東北農業試験場, 1995: 東北地域における平成5年冷害の記録—平成5年異常気象による被害の実態と解析—. 164-170.
- 山口富夫, 1984: 稲いもち病・紋枯病の発生生態に関する研究. *日本植物病理学会報*, **50**, 304-306.
- 吉野嶺一, 1973: イネいもち病菌の侵入に関する予察的研究II 接種温度と侵入率の経時変化. *日本植物病理学会報*, **39**, 186.

Verification of Forecasting Model for Rice Leaf Blast (BLASTAM) by Using High-resolution Meteorological Data in Tohoku Region

Sayuri OKUBO*¹, Hiromitsu KANNO*² and Takashi KOBAYASHI*³

*¹ (Corresponding author) NARO Tohoku Agricultural Research Center, 4, Akahira, Shimo-kuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0198, Japan.

*² NARO Agricultural Research Center.

*³ Faculty of Agriculture, Yamagata University.

(Received 7 October 2013; Accepted 23 October 2014)

Abstract

The spatial distribution and long-term variation of occurrence risks for rice leaf blast for 34 years in the Tohoku Region were analyzed using “BLASTAM” (a forecasting model for rice leaf blast). The downscaled 1-km resolution meteorological data from the AMeDAS stations by linear interpolation were applied to the BLASTAM.

Infectious conditions for leaf blast occurred frequently indeed in years of cool summer. The climatic composite analyses for high risk years and low risk years estimated by the BLASTAM showed that the lasting of wet condition caused by stagnant subtropical jet stream and frontal zone over the Tohoku Region seems to contribute to increase the possibilities of leaf blast infection.

The forecast of rice leaf blast by BLASTAM was more accurate in widespread flatland areas. This geographical characteristic was considered to be due to both of the imprecision of downscaling with linear interpolation and the inner problems in BLASTAM such as disregard of non-rainy wet duration by dew condensation.
