

研究トピックス

イネの生育環境を推定できる気象データベース「MeteoCrop DB」 2009年夏の水稲収量低下の要因を解析

大気環境研究領域 桑形 恒男 西森 基貴 長谷川 利拡 石郷岡 康史 吉本 真由美

気候変動の水稲への影響を解析するために

地球温暖化の進行が、水稲の生産性に大きな影響を及ぼすことが心配されています。将来の収量低下のリスクを評価するためには、近年の気温上昇や気候変動が、実際のイネの生育に及ぼしている影響や要因を総合的に解析する必要があります。また、現在すでに顕在化している高温によるコメの品質低下のメカニズムを解明し、対策を早急に実施する必要があります。

これまでの研究から、イネの生育に及ぼす気候変動の影響は、気象庁の観測などで得られる一般の気象要素だけでは予測できないことが明らかになってきました。イネの収量や品質には、水田水温や穂温など、一般の気象観測点では観測されていない水田の微気象要素が大きな影響を及ぼすのです。そこで、これらの微気象要素を一般の気象要素から、全国レベルで簡便に推定するシステムが必要になります。

私たちの研究グループでは、全国の水田の微気象要素やイネの生育情報を推定できる「モデル結合型作物気象データベース」(MeteoCrop DB)を開発し、イネの生産に関わる研究者や技術者が温暖化対策のための基礎資料として簡単に利用できるように、2009年3月31日よりインターネットにて公開しました。

データベースの構造

データベースには、全国のアメダス地点(約850地点)における1980年以降(地域によっては1976年以降)の日別気象データが収納されています。アメダスでは気温、風速、降水量、日照時間の4つの基本要素が測定されていますが、それぞれの地点における日射量と湿度の推定値、ならびに蒸散要求量の計算値も収納しました。これらはいずれもイネの収量や品質に影響を与える要素で、日射量は日照時間を用いた実験式より、湿度については近隣の地上気象観測所のデータを利用して推定されています。また、各地点における地力保全基本調査による土壌データ(日本土壌協会)も付加してあります(図1)。

データベースには「イネ生育モデル」と「水田物理環

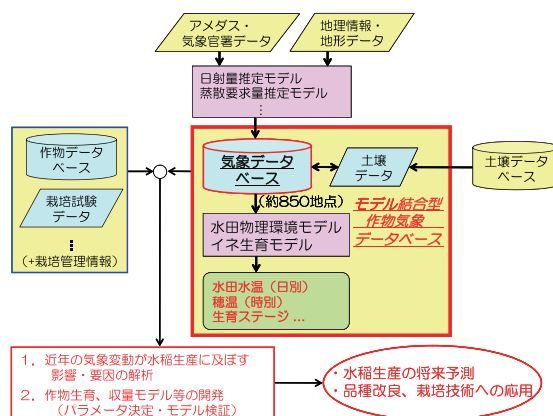


図1 モデル結合型作物気象データベース (MeteoCrop DB) の構造

赤枠で囲んだ中央部分(黄色)がデータベース本体に該当し、全国のアメダス地点(約850地点)における日別気象データが収納されています。

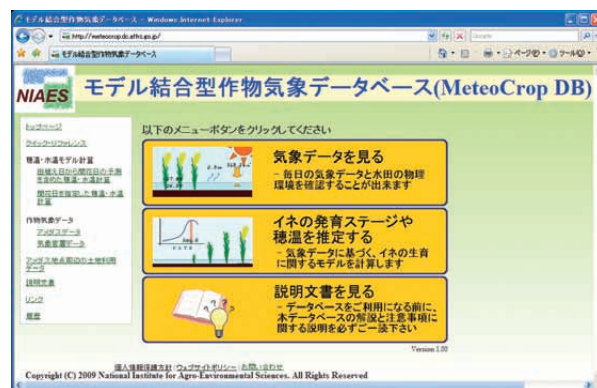


図2 モデル結合型作物気象データベース (MeteoCrop DB) のトップ画面

境モデル」が組み込まれていて、主要品種(コシヒカリ)の生育ステージや生育期間中における水田水温の推移、稔実や登熟に影響を及ぼす出穂・開花期における穂温の日変化などの評価が可能です。

データベースの利用法

データベースはインターネット上のウェブサイト(<http://MeteoCrop.dc.affrc.go.jp>)で公開されています(図2)。データベース上のメニュー画面、もしくは

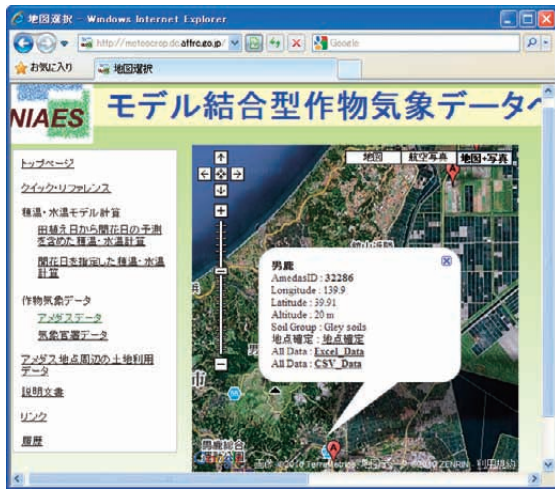


図3 日別気象データの取得画面 (Google Mapの地図上からの地点選択)

年月日	平均気温	最高気温	最低気温	降水量	気圧	平均蒸気圧	平均飽和蒸気圧	平均最低相対湿度	平均最高相対湿度	平均風速	最大風速	日照時間	日照量	下向き長波放射	ポテンシャル蒸発量	FAO基準蒸発量	水田水溫 (LAI=0)
(C)	(C)	(C)	(mm)	(hPa)	(hPa)	(hPa)	(%)	(%)	(%)	(m/s)	(m/s)	(h)	(Wm-2)	(Wm-2)	(mm)	(mm)	(C)
2006-07-01	20.7	22.0	19.7	41003.3	22.6	1.81	92.6	88	2.32	4.39	0.0	57.0	410.1	1.351	0.893	21.28	
2006-07-02	20.7	22.0	19.2	361000.1	22.1	2.31	90.5	77	2.76	5.02	0.0	56.9	409.9	1.554	1.038	20.94	
2006-07-03	18.1	19.5	17.5	50999.3	19.0	1.77	91.5	84	4.52	8.15	0.0	56.9	394.4	1.636	1.002	18.16	
2006-07-04	19.1	23.1	17.2	211002.9	19.2	2.91	86.8	70	2.45	4.39	2.0	150.6	375.4	3.004	1.884	21.14	
2006-07-05	21.4	25.1	16.7	21000.3	18.7	6.79	73.4	58	3.64	6.27	3.9	181.9	379.0	5.081	3.293	21.54	
2006-07-06	19.3	20.9	17.9	27996.5	20.9	1.49	93.4	83	3.26	5.65	0.0	56.7	401.7	1.369	0.865	19.73	
2006-07-07	19.8	22.6	17.7	11004.0	19.8	3.29	85.7	72	1.63	3.76	1.4	140.3	382.0	2.712	1.744	22.26	
2006-07-08	22.2	25.9	18.0	01008.9	20.0	6.76	74.7	57	1.51	3.76	9.7	277.3	364.1	5.512	3.564	26.90	
2006-07-09	24.0	29.1	19.9	01011.2	22.1	7.74	74.1	56	2.32	4.39	2.4	156.5	402.9	4.272	2.925	24.42	
2006-07-10	24.7	28.2	20.7	01011.4	23.9	7.21	76.8	62	2.20	4.39	3.9	181.1	403.3	4.529	3.068	25.94	
2006-07-11	26.3	31.4	21.9	51008.5	25.1	9.11	73.4	50	2.70	4.39	5.1	200.7	409.6	5.575	3.813	26.79	
2006-07-12	22.4	24.6	21.8	111006.0	25.1	1.99	92.7	89	3.20	6.27	0.0	56.3	420.6	1.526	1.004	22.64	
2006-07-13	21.9	23.1	21.5	311004.4	25.3	0.98	96.3	95	2.01	3.76	0.0	56.2	417.8	1.121	0.722	22.88	

図4 日別気象データの取得 (表示例)

Googleマップの地図上から (図3)、任意のアメダスもしくは地上気象観測所を選ぶことによって、選択した地点における日別気象データを容易に取り出すことができます (図4)。これらの日別気象データは、xls形式 (MS Excelなど表計算ソフト用) またはテキスト形式のファイルとして、利用者のパソコンにダウンロードすることができます。また、選択した地点の主要品種 (コシヒカリ) に対する、生育ステージ (幼穂形成日や出穂日など) の推定、生育期間中の水田水溫の推移 (図

5左)、予測された出穂日における穂温や葉温などの日変化 (図5右) を、気象データから推定することができます。さらに、気温が実際の値から変化 (寒冷化/温暖化) した場合に、生育ステージや微気象要素がどうなるのかを計算する機能もあります。

MeteoCrop DBによって得られるこのようなデータを、既存の作物データベースや栽培試験データと組み合わせることで、近年の温暖化傾向がイネ生育に及ぼしている影響を調べることが可能となります。本データ

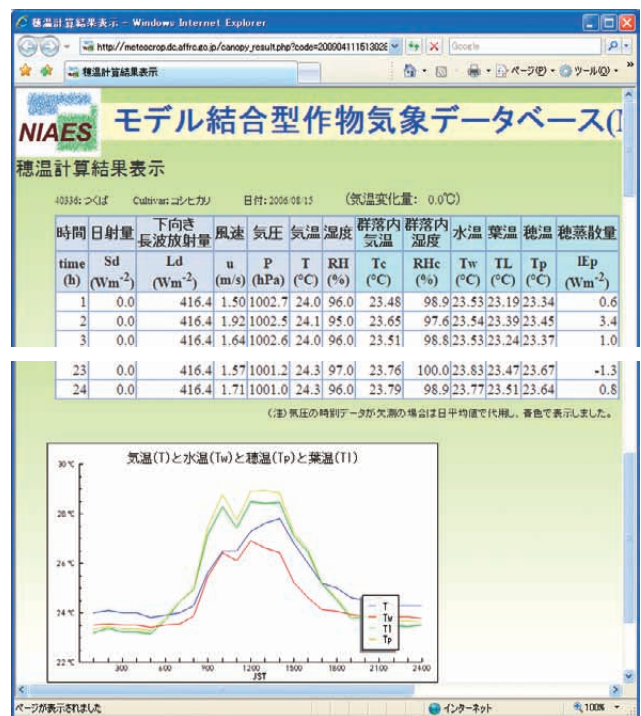
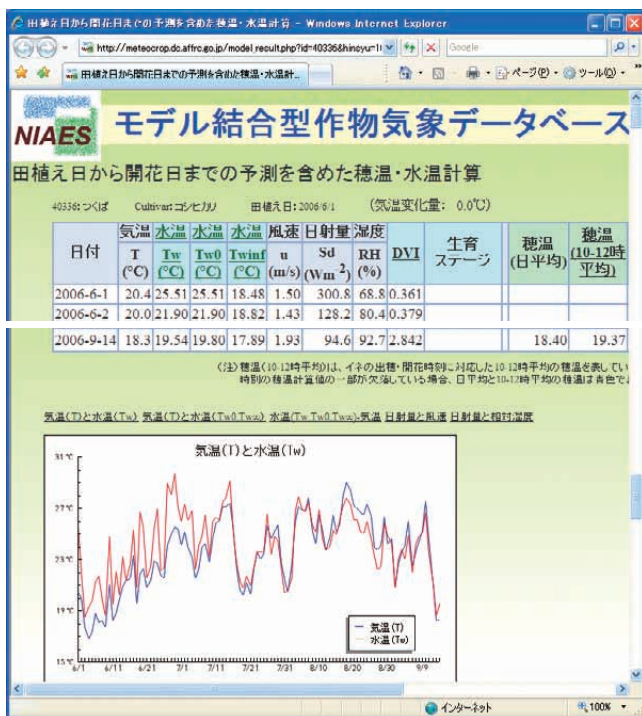


図5 イネ生育モデルによる生育ステージと水田水溫の計算結果 (左) ならび水田物理環境モデルによる穂温と葉温の計算結果 (右) の表示例
気温が実際の値から変化 (寒冷化/温暖化) した場合の計算も実施することができます。

ベースを農業関係者や各地域の試験研究・行政機関などで広く活用してもらうことにより、将来の収量予測、品質低下のリスク評価、温暖化に備えた適応技術の開発などが期待できます。現在、2008年までの気象データが収納されていますが、今後は1～3ヶ月遅れて最新の気象データに更新できるようにシステムを改良する予定です。モデルの改良や拡張も計画しています。

2009年夏の水稲収量低下の要因を解析

昨年（2009年）の水稲作況は全国平均では98の「やや不良」でしたが、北海道では89と「著しく不良」となり、山陰地域など西日本の日本海側でも低下しました（図6）。これは、過去の冷害年が北日本の太平洋側地域で作況が悪かったのとは、かなり違った傾向になっています。

そこでMeteoCrop DBを利用して、2009年の収量低下について、過去の冷害年と比較し、解析を行いました。まず水稲の収量に影響する温度環境として、気温冷却量を見てみました。気温冷却量とは、日平均気温で20℃以下の値を毎日、一定の期間にわたり積算したもので、これが負の大きな値になると、水稲栽培における障害型冷害*が発生することが知られています。2009年は、北海道北部で障害型冷害が発生する気温冷却量となったものの、東北太平洋側を含めて全国的には障害型冷害が発生する冷却量ではありませんでした。一方、作物の生長に影響する日射量を見ると、日本全体で2003年などの過去の冷害年と同じ程度に低かったことがわかります（図7）。低日射の地域は作況が悪かった地域とおおむね一致しており、特に日本海側での日射不足が目立ちました。この傾向は、太平洋側で低日射だった2003年とは明らかに違ってきます。

近年では冷害の心配よりも、地球温暖化の影響からか、むしろ高温傾向が水稲作況に悪影響を与えることが心配されています。また、梅雨が長引きやすいことなどから夏の日照時間も少なくなる傾向にあります。このことを解明するため、日本海側地域における気温・日照時間と作柄の関係を解析した結果、2009年はこの地域で気温と日照の関係が大きく低日照側にずれ、気温が平年並み程度であっても低日照であったことがわかりました。これまで、日本の夏の天候は、高温なら日照も多く、低温なら低日照であったのですが、最近では、その傾向が違ってきている可能性があります。

MeteoCrop DBを活用して将来の水稲生産を予測する

近年では2003年を除き全国的な冷夏は起こっていませんが、日本海側地域では数年に一度の割合で低日照となるなど、気温と日照時間の対応関係は低日照側に移動し、過去30年にわたり徐々に「高温または低日照の夏」の傾向が進んでいます。このように、今後の日本のイネ生産においては、台風などの気象災害がなくとも、高温と日照不足によって、イネの十分な登熟が妨げられることから、地域的な作況低下が心配されます。私たちの研究グループでは毎年同じような解析を行い、作況に及ぼした気象要因を特定すると共に、解析で得られた知見をMeteoCrop DBにも反映させて行く予定です。そのことによって、近未来の作況とその変動の見通しを立てることを可能にしたいと思います。

* 障害型冷害：イネの減数分裂期あるいは出穂・開花期の低温により不稔が多発し、収量が減収するもの。冷害にはこのほかに、イネの生育初期から登熟期までのさまざまな時期に、低温や日照不足により生育が遅れ、最終的には秋の低温により登熟不良となる遅延型冷害がある。

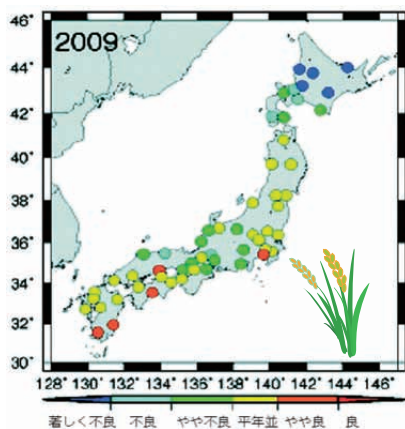


図6 2009年の水稲作況
(農林水産省 12月8日公表資料)

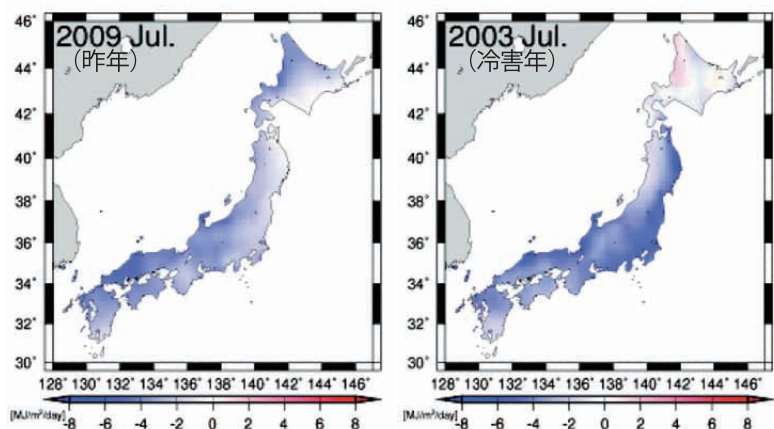


図7 日射量の年偏差 (MeteoCrop DB を利用した解析)
(平年期間：1989 - 2008年)