

# I 北海道における2010年の気象の特徴と農作物への影響要因

広田知良<sup>1)</sup>・古賀伸久<sup>2)</sup>・岩田幸良<sup>2)</sup>・井上 聡<sup>1)</sup>・根本 学<sup>1)</sup>・濱崎孝弘<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 寒地温暖化研究チーム(現 生産環境研究領域), <sup>2)</sup> 寒地温暖化研究チーム(現 畑作研究領域)

## 1. はじめに

北海道農業は冬季積雪寒冷・限られた生育期間の下で、夏季冷涼・梅雨がない気候を最大限に活用した大規模土地利用型農業における栽培体系を確立してきた。しかし、寒冷的な気候が食料生産上の制限要因となる面は完全には克服されておらず、これまでは平均すると4年に1度の頻度で冷害を被るなど、今もなお低温によって食料生産が脅かされている。さらに、近年は気象の変動幅の増大による天候不順、異常気象の頻発が北海道農業にとって現実的な問題

となっている。低温多雨の夏だった2009年に対して(北海道農政部, 2010; 北海道農業研究センター, 2011), 2010年は一転しての猛暑多雨の夏となった。その結果, 2年連続で農業生産は深刻な打撃を被り, 2010年は, 特に畑作物(小麦, ばれいしょ, てんさい, 大豆を除く豆類)で被害が大きかった(北海道農政部, 2011)。ここでは, 2010年の気象経過を記述し, 2010年の農作物への影響, さらに近年の異常気象および長期的な気候変動・温暖化が北海道農業に与える影響について考える。

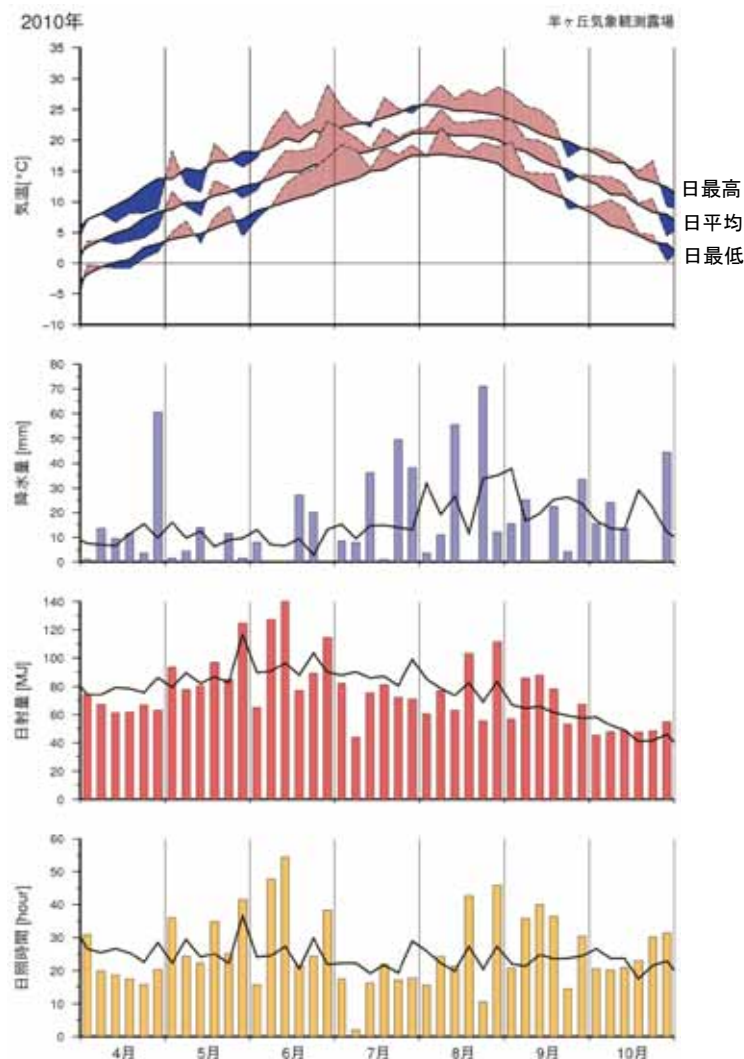


図1 2010年4月～10月の札幌市羊ヶ丘(北海道農業研究センター)の気象概況  
 半月別の値と準平年値(1981-2000)を示す。降水量・日射量・日照時間は実線が平年値で、棒グラフが2010年の値を示す。

## 2. 2010年の気象概況 - 春季低温 夏季記録的高温・多雨

### 1) 羊ヶ丘

図1に、2010年4月から10月までの気象概況として、北海道農業研究センター（札幌市羊ヶ丘）内の気象観測露場における気温・降水量・日射量・日照時間の半旬別値を示す。4月は平年より1.4℃低い低温傾向で多雨（平年比172%）であり、引き続き、5月上旬を除くと気温は平年より低めに推移した。ところが、一転して6月は第2半旬以降、平年より概ね2～4℃以上、上回る高温となった。夏季（6～8月）の平均気温は、準平年値（1981-2000年）に対して2.4℃高く、1966年の観測開始以来で、最も高い値となった。ただし、夏季期間の日最高気温の平均値は1994年に次ぐ2番目に高い値であり、

2010年は特に日最低気温あるいは夜間の気温が非常に高かったことが特徴である。降水量については、6月は平年並みであったが7月はかなりの多雨（平年比174%）となり、7月の降水量は昨年引き続き2年連続で非常に多かった。日照時間と日射量は4月と7月が多雨であったこともあり寡照・低日射であった（4月：日照時間：平年比79%，日射量：84%，7月の日照時間：平年比69%，日射量：80%）。

### 2) 芽室

図2に、北海道農業研究センター（十勝地方芽室研究拠点）内気象観測露場における気温・降水量・日照時間（芽室アメダス）、日射量の半旬別値を示す。4月は準平年相当値（1997～2010年）と比較して1.8℃低く、降水量も多雨（準平年値相当値比133%）であり、5月も準平年相当値と比較して第

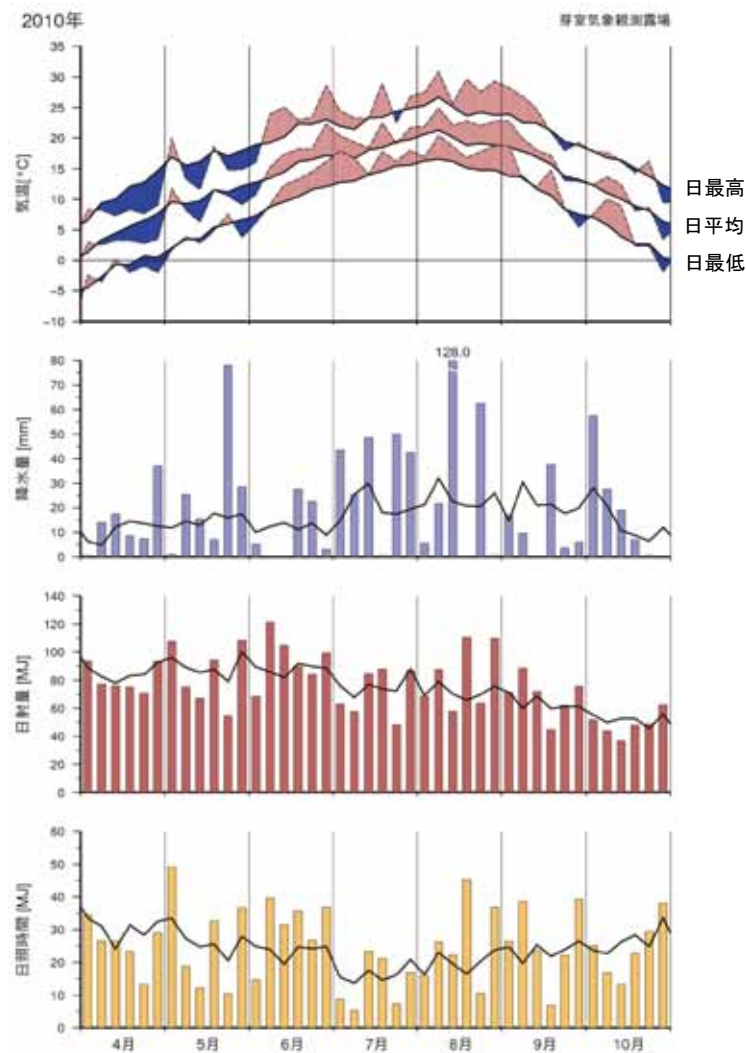


図2 2010年4月～10月の十勝地方芽室（北海道農業研究センター芽室研究拠点）の気象概況半旬別の値と準平年相当値（1997-2010）を示す。降水量・日射量・日照時間は実線が平年値で、棒グラフが2010年の値を示す。ただし、日照時間はアメダス（芽室）の観測値

3半旬に3.4℃、第6半旬値で3.0℃低い等、気温は平年よりかなり低く推移した。降水量も5月は多く、月平均準平年値相当値比で、172%であり、特に5月の下旬は準平年値相当値比の319%となった。春先の低温多雨は、圃場の準備や作付け作業に大幅な遅れをもたらしたと同時に、その後の初期生育も遅らせた。6月は、第2半旬以降は芽室も札幌（羊ヶ丘）と同様に転じて高温となり、6月第6半旬は準平年相当値と比較して5.2℃高い等、夏季期間（6～8月）の平均気温は、準平年相当値に対して2.3℃高かった。降水量は、6月は平年並みであったが7

月多雨（準平年値169%）、8月も多雨（準平年値比153%）となり夏季の降水量は昨年に引き続き2年連続で非常に多い結果となった。日照時間と日射量は4月と7月が準平年値に対して両月とも日照時間で85%、日射量で95%程度であった。

3) 北海道全般の概況（気象庁札幌管区气象台，2010a, b, c；気象庁，2011）

気象庁の気象官署による北海道全体の気象概況について、図3に道内の気温の半旬平均値の推移を、図4に道内の気温・降水量・日照時間の平年差比の分布を示す。季節変化の傾向は、全体的には上記と

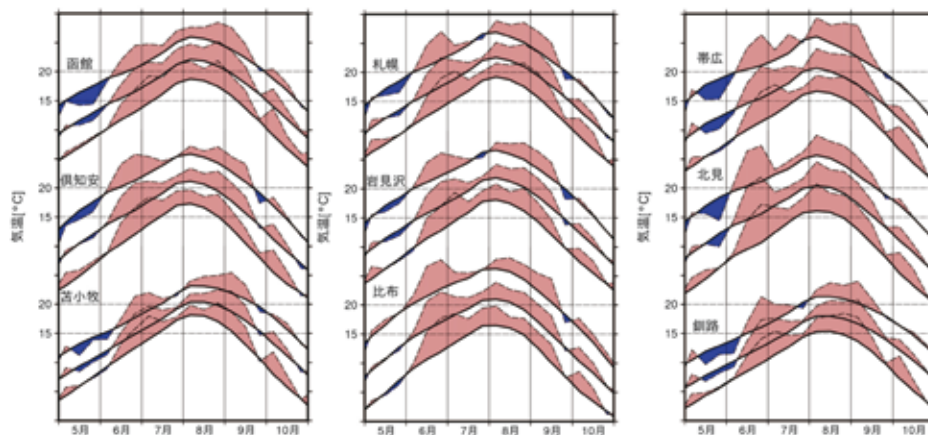


図3 道内各地の2010年暖候期の気温の経過  
日平均・日最高・日最低気温の半旬平均値を平年値との比較で示す。

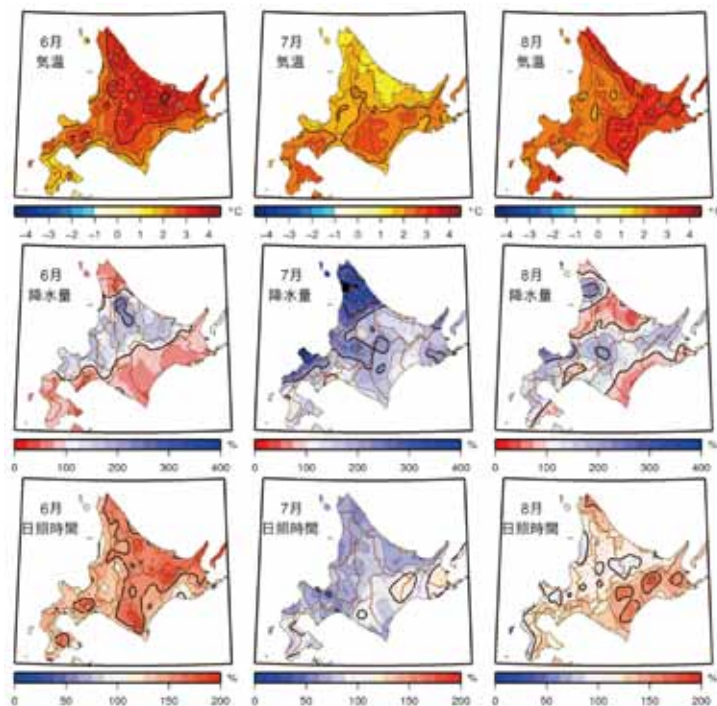


図4 2010年の6・7・8月の道内の気温・降水量・日照時間の平年差比の分布

ほぼ同じ傾向ではあるが、要約すると次の通りとなる。春季の4～5月にかけての気温は低温傾向が続いた(1971～2000年の平年値との差は、4月は $-0.8^{\circ}\text{C}$ 、5月は $-0.5^{\circ}\text{C}$ )。畑作物の春の播種は遅れ、農作物全般的に初期生育も悪く、夏季の冷害が大きく懸念されている状況であった。ところが、夏季は6月中旬から一転して高温となった。春先の低温による生育の遅れを7月には回復し、この時点では2009年の冷湿害による不作の状況と比べれば、作況は概ね良いと判断されていた。夏季(6～8月)の全道22気象官署での平均気温は、平年より $2.3^{\circ}\text{C}$ 高くなりなり、1946年の統計開始以降で観測史上最高を記録した。降水量は、7月はかなり多雨(平年比198%)、8月も多雨(平年比116%)で特に8月中旬はかなり多雨(平年比196%)であった。日照時間は春先の4月と5月は平年比85%程度と少なく、また7月も平年比62%とかなり小さかった。地域分布の特徴としては、6～8月の降水量は日本海側の南西部で高い傾向にあり、太平洋沿岸部は平年並みかそれ以下であった(気象庁, 2010)。2010年の夏季の猛暑多雨の要因として、本州方面に張り出した太平洋高気圧の勢力が非常に強く、太平洋高気圧の縁を回って、暖かく湿った南風が入りやすかったことで高温をもたらすと共に、大気の状態が不安定になることが多く豪雨を多く発生させたこと、また、オホーツク高気圧の勢力が非常に弱く、冷たい気流の影響を受けにくかったことも挙げられる(吉田, 2010)。

### 3. 多雨・湿害解析

#### 1) 湿害指標(Wet Injury Index: WII), 先行降雨指数(Antecedent Precipitation Index: API)の解析

2009年暖候期の道内は冷夏、多雨、寡照のため、農作物に多くの湿害被害が出た。気象庁の観測項目に土壤水分はないため、2009年の冷湿害解析では、気候的に土壤水分過多の推定手法を開発し、広域評価を行った(濱寄ら, 2011a)。2010年も夏季の猛暑に加えて7～8月は多雨となり、2年連続で湿害の被害が出た。そこで、同じ手法を用いて2010年の土壤水分状況の広域評価を行った。

気候的に土壤水分過多を推定する手法として、先行降雨指数(Antecedent Precipitation Index: API)を用いた。APIの計算は、次式を用いた(CHOUDHURY

and BLANCHARD, 1983; HIROTA and FUKUMOTO, 2009)。

$$API_j = K_j (API_{j-1} + Pr_j) \quad (1)$$

$$K_j = \exp(-Ep_j/Wm) \quad (2)$$

ただし、 $API_j$ はj日のAPI、 $Pr_j$ はj日の日降水(mm)。 $K_j$ はj日の減少係数(recession coefficient)であり、 $Ep_j$ : j日の可能蒸発散量(mm)と $Wm$ : 蒸発土壤深(本研究では10 mm)から求めた。HIROTA and FUKUMOTO (2009)では $API \geq 20$ を土壤水分過多と定義した。この検証のため、北海道農業研究センター(札幌市豊平区羊ヶ丘)、同芽室研究拠点(芽室町新生)、同紋別試験地で2005年からTDR法によって観測されている30cm深の土壤水分(体積含水率)と比較し、85%以上の正答率であることが分かっている(井上ら, 2010)。

また、畑作物の湿害を考える上で重要なのは土壤水分が連続して過多となる期間である。過多が同じ日数であったとしても、離散した場合と連続した場合では連続した場合のほうが、農作物へのダメージが大きい。そこで、井上ら(2010)で提案した連続性を評価した湿害指標(Wet Injury Index: WII)を用いた。

$$\begin{cases} WII_j = 0 & (API_j < 20) \\ WII_j = 1 & (API_j \geq 20) \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} WII_j = 1 & (j = 1) \\ WII_j = (WII_{j-1} + WII_j)^{WII_j} \end{cases} \quad (4)$$

$$WII = \frac{\sum_{j=1}^n WII_j}{n} \quad (5)$$

ただし、 $n$ は対象期間である。ここでは道内の気象庁気象官署22か所について、2008年・2009年・2010年の7月1日から8月31日までを対象期間とした $API \geq 20$ 日数を図5に、WIIを図6に示す。2008年は通常年、2009年は冷害湿潤年として、2010年の状況を比較すると、オホーツク海側や道北・道央地方では、2010年は、2009年と同程度かやや多く、2008年と比較すると、全ての地点で土壤水分過多日が多かった一方、太平洋側や道南では、2008年も土壤水分過多日が多いため、2010年が極度に多い年ではなかった。しかし2009年は、同地域ではさらに上

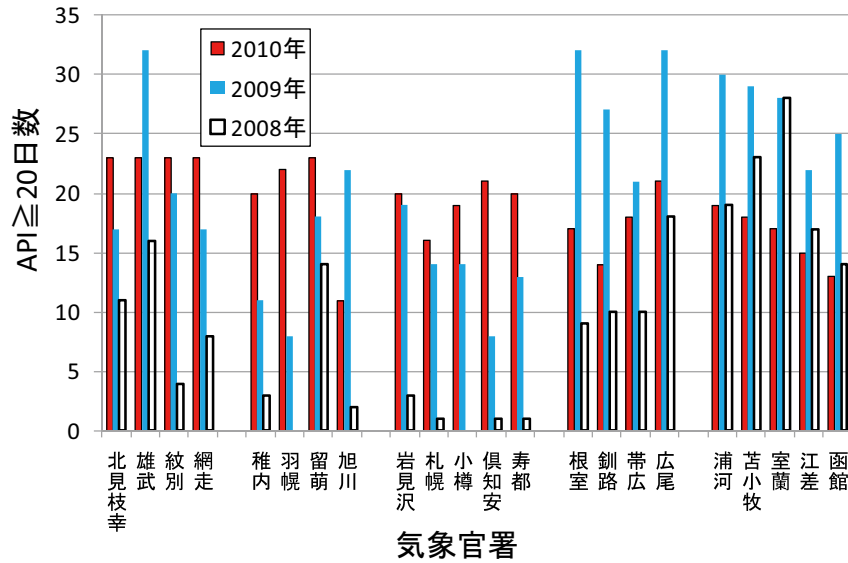


図5 2008-10年の道内各地の土壌水分過多日数分布 (7~8月)

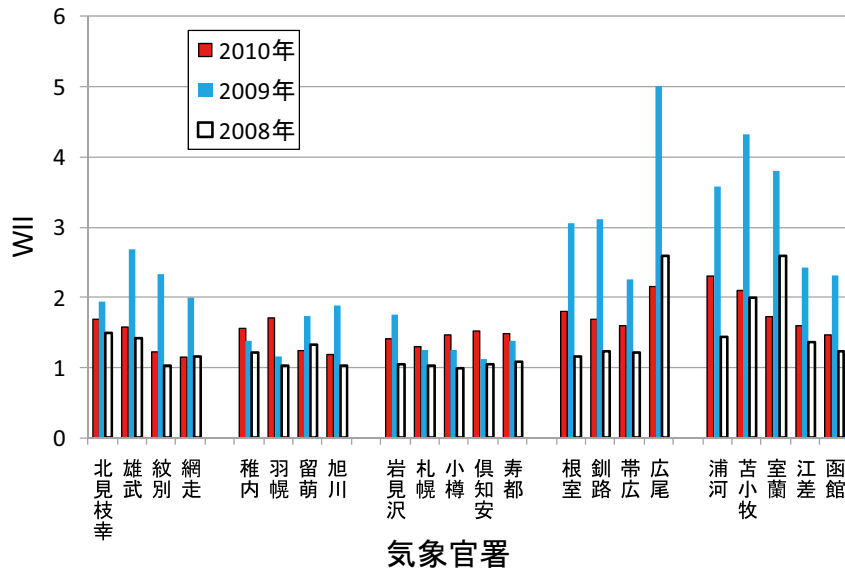


図6 2008-10年の道内各地の湿害指標 (Wet Injury Index: WII) の分布 (7~8月)

回る土壌水分過多日があり、2010年との差異が大きく、2010年の土壌水分過多状況は地域毎に異なっていた。例えば、畑作地帯である十勝地方(帯広)では、2009年、2010年共に湿害の被害が多発したが、作物に与える影響は両年で違いが見られた。2009年の7月のWIIが高い条件では、秋まき小麦の穂発芽(西尾ら, 2011a), てんさいの黒根病(田口ら, 2011)が発生したが、2010年のようにAPI ≥ 20は高いが、WIIが2008年とそれほど変わらない極端に高くない年は、秋まき小麦の穂発芽は発生せず、しかし、高温の影響と重なることで、後述するようにてんさいやばれいしょでは、病湿害の被害は拡大した。

このことは夏季の多雨条件でもAPIやWIIの違いによって、また、作物あるいは病原菌の種類によって、反応が異なることを示唆する。したがって、WII、APIの指標を活用した病湿害の発生予察と対策技術の開発は、今後取り組むべき課題と考える。

## 2) 降水量の長期変動

降水量の過去100年以上の長期変動は、年単位では十数年から数十年周期で変動しており、気温の上昇傾向のような増減の明確な傾向はみられていない(図7)。ただし、7月は、1990年代後半以降の近年の十数年間は1970~90年代前半までの期間と比較すると降水量が増加傾向にある(図8)。かつては北

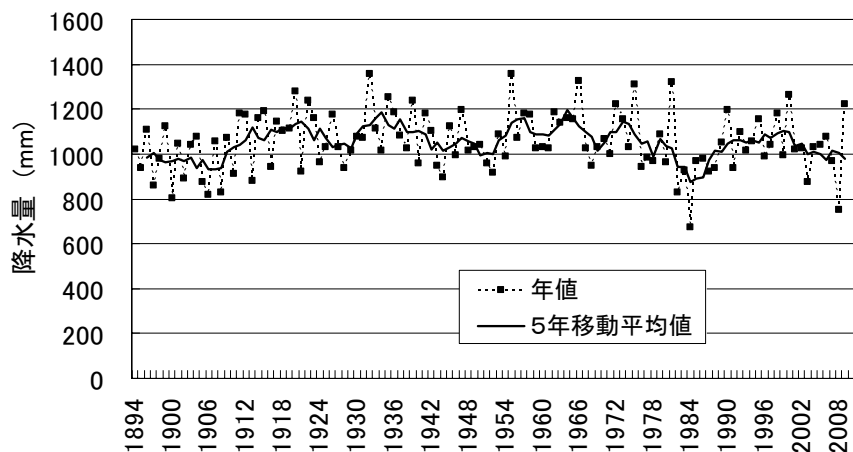


図7 道内7地点の年降水量の経年変化 (札幌、旭川、函館、網走、帯広、根室、寿都)

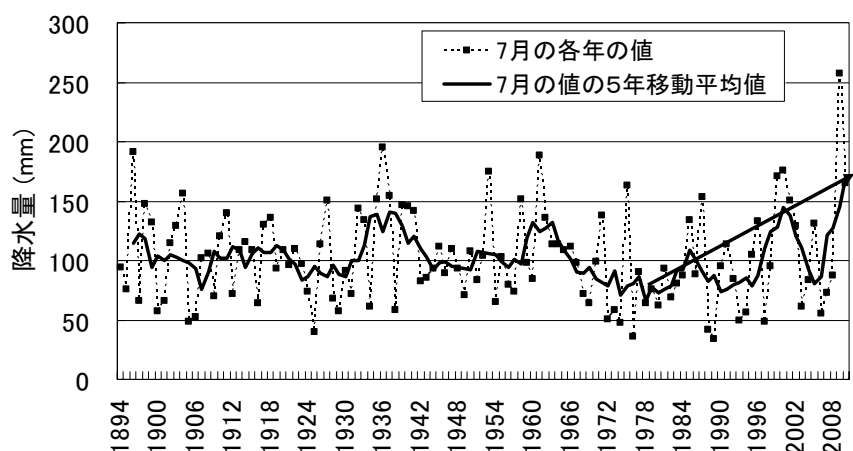


図8 道内7地点の7月降水量の経年変化 (札幌、旭川、函館、網走、帯広、根室、寿都)

海道には梅雨がないとも言われていたが、近年の7月の多雨傾向は病湿害の多発要因となるので注視する必要がある。すなわち、将来の北海道において梅雨が頻発するかどうかは重要な研究課題となると考える。

#### 4. 温暖化予測気候シナリオと2010年の気象の比較

2010年の暖候期の天候および大気の流れの特徴は、太平洋高気圧の強弱やエルニーニョ・ラニーニャ現象等、自然が本来持つ変動の一部としておおむね説明できるが、それによってもたらされた高温や多雨は、地球温暖化に伴って起こると予想される将来の気候の特徴とよく一致していると考えられている(吉田, 2010)。2010年の夏季気温は、温暖化シナリオでは2100年頃またはそれ以降に相当していた(図9)。2010年の夏季の気温は、北日本(北海道)の方が西日本より温度上昇は大きく(気象庁, 2010)

この結果は温暖化シナリオの結果(気象庁, 2005)と整合している。降水量については、温暖化シナリオによっては夏季の降水量増加を予測しているものもあるが、温暖化シナリオによって予測結果が異なり、夏季の降水量増加は確実ではない(図10)。温暖化シナリオの予測値は、モデル毎や想定される温室効果ガス排出シナリオ毎に大きな幅があり、温暖化の影響解析を実施する上では注意を要する。

作物の生育に大きな影響を与える夏季(6~8月)の気温は、1950年代後半~1970年代後半は年々変動が比較的小さい安定した状態であったが、1980年代以降は年々変動が大きくなり冷夏年、暑夏年を多発する傾向にある(図11)。すなわち、夏季気温の年々変動は拡大傾向にある。地球温暖化は進行しつづくと考えられ、かつ2010年の夏のような猛暑の年は今後も想定はされるが、北海道および北日本では夏季について気温の長期的な上昇傾向は必ずしも顕著ではなく(図12)、年々変動が拡大傾向にあるので、冷

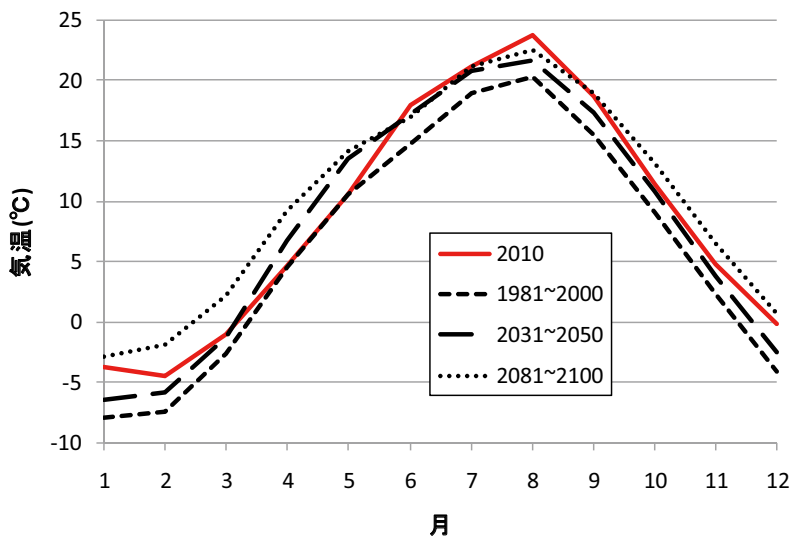


図9 道内5地点の平均気温の推移および同地点相当の温暖化予測値の比較  
ただし5地点は、網走、帯広、旭川、札幌、函館であり、温暖化予測値は、  
気象庁温暖化予測情報第6巻（気象庁，2005）を基にしたもの。

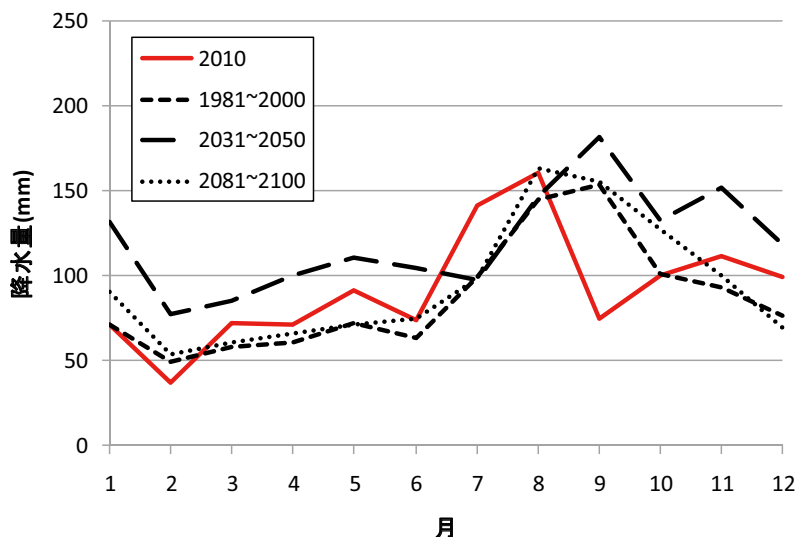


図10 道内5地点の平均降水量の推移および同地点相当の温暖化予測値の比較  
ただし5地点は、網走、帯広、旭川、札幌、函館であり、温暖化予測値は、  
気象庁温暖化予測情報第6巻（気象庁，2005）を基にしたもの。

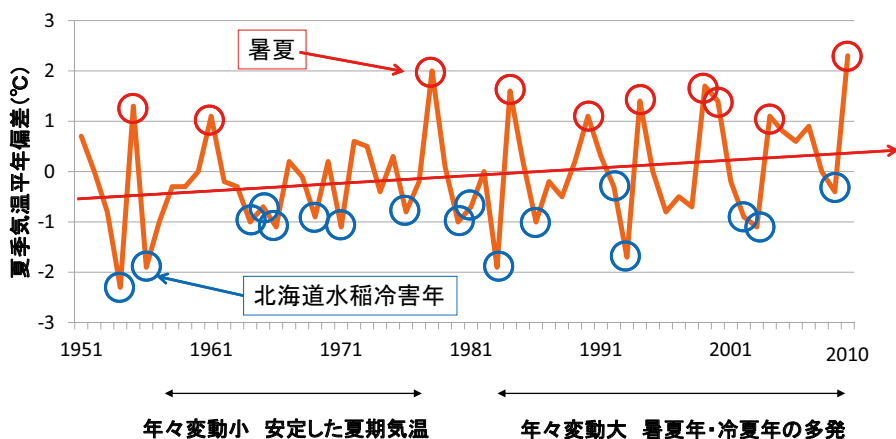


図11 北海道の夏季気温（気象庁）（6-8月）の気温偏差の年々変動

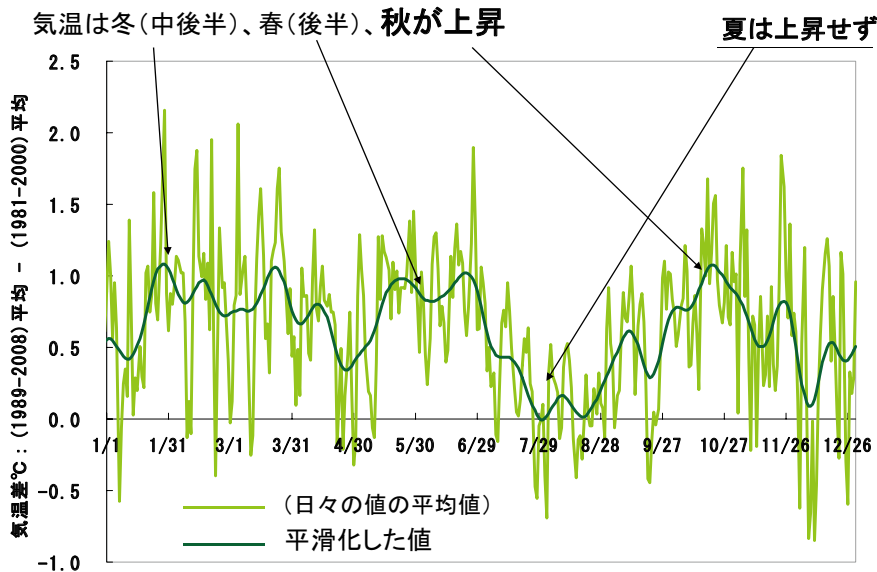


図12 札幌市羊ヶ丘の気温準平年値（1989—2008）年と（1981—2000年）の差

害に対する備えの重要性は依然として変わらない。一方で、これからは4年に1度程度で生じる冷害と併せて、4～6年程度毎に生じる高温（KURIHARA, 2003; KANNO, 2004）に対する対策を、北海道でも本格的に検討する必要がある。

## 5. 農作物への影響の要因解析

### 1) 畑作物への影響

表1に、大規模畑作地帯である十勝地方の2010年の気象・営農関係の各種情報の経過を記した。これらの経過を要約すると4、5月は低温多雨で、作付けの遅れ、初期生育の不良があり、この時点で2010年は冷夏の予想が立てられていた。6月頃になると、その後の好天で、どの作物でも生育不良からの回復が見られ、2010年の生産については楽観的で、生産者を安堵させるような内容が目立つ。しかし、7月以降は急暗転し、7月以降の記事には、小麦、ばれいしょ、8月以降はてんさい、小豆、金時への悪影響に関する記載が増えた。これらの経過からも2010年は異常気象に翻弄された1年だったことが伺える。

表1および本研究資料の各作物の調査結果で示されるように、北海道の畑作物が高温を要因として、これほどまでに不作になった例はない。現在の北海道の作物は夏季冷涼、冬季積雪寒冷という気候条件で短い限られた栽培期間にあわせて生長、開花、登熟、収穫するように栽培体系が確立されている。ところが2010年のように平年より2℃以上の記録的な高温の条件では、作物の生育が進みすぎ、収穫まで

の生育期間は大きく短縮した（北海道農政部, 2010）。すなわち光合成期間の大幅な短縮あるいは出穂・開花から成熟期間までの登熟期間の短縮となり、収量ポテンシャルを落とした。さらに、春先の植え付けの遅れ、初期生育の不良と遅延も影響を及ぼした。特に秋まき小麦では春先の低温により起生期以降、出穂期（6月上旬）までは生育が遅延した。6月中旬以降は一転して記録的な高温となった影響で、出穂期から登熟までの成熟期間は大幅に短縮した〔全道平均39日（平年値46日）〕（北海道農政部, 2011）。この登熟期間の大幅な短縮で細麦が大発生し、整粒歩合の低下を招いたと考えられている（北海道農政部, 2011; 西尾ら, 2011b）。夏季の高温条件に加えて、7～8月の多雨の条件が畑作物に病湿害を多発させ、さらに被害を拡大させた。2010年に特に目立ったものとして、てんさいでは全般的に褐斑病が発生、また排水性の悪い圃場では黒根病、また根腐れ病も散見され、収量低下の要因となった（高橋ら, 2011）。小麦では赤カビ病の発生が多く、また春まき小麦では穂発芽の発生により収量、品質が低下した（北海道農政部, 2011）。ばれいしょでは高温に加えて、8月中旬の多雨条件が重なることで中心空洞が大発生させたと考えられている（田宮・西中, 2011）。

### 2) 水稲への影響

水稲は、一等米比率は高く、食味も良く、品質は良好であった（北海道農政部, 2011）。一方で収量は、北空知（作況指数94）や上川（同97）など主産地に



表1 2010年度十勝地方気象影響関連記事抜粋 十勝毎日新聞記事より

掲載日	作物	見出し、記事の概要
2010/4/17	小麦	小麦の生育順調 音更芽室 生産農家が圃場視察
2010/4/26	てん菜	ようやく春の農作業 ビート移植 天候不順で作業は1週間ほど遅れ込んでいる
2010/5/1	全般	長引く低温、断続的な雨・雪 作業遅れ、気をもむ農家 4月中旬以降日照不足などで土壌乾かず
2010/5/11	全般	管内気温も低く 明日は雨か雪
2010/5/17	その他	入牧に遅れ 春の低温 草伸びず
2010/5/17	全般	管内気温上昇 フェーン現象 新得で23.4度
2010/5/17	その他	十勝川西ナガイモ 植え付け始まる 低温や雨の影響で1週間遅れ込み
2010/5/19	全般	管内作況 今年初の作況 秋まき小麦5日遅れ 4月の低温ジャガイモも
2010/5/25	全般	全域に大雨注意報
2010/5/27	全般	大雨で上士幌2地区農作物被害5600万円 7地点で5月観測史上1位 72時間降水量
2010/5/28	全般	今年は冷夏? 7.8月雨多く 農家に募る不安 札幌管区気象台3か月予報
2010/5/30	全般	夏目前 管内に降雪 2地点で氷点下 陸別、糠平
2010/6/1	全般	5月記録的降雨 25日の日降水量 5地点史上最多
2010/6/4	全般	管内作況 豆類3~6日遅れ ジャガイモ、ビート回復基調
2010/6/5	全般	冷夏の03年と同じ傾向
2010/6/14	全般	夏来た週末 帯広28.6度、陸別30.7度
2010/6/18	全般	管内作況 好天で回復基調 ビートなど平年に近づく
2010/6/25	全般	冷夏のはずが暑夏に 3ヶ月予報
2010/6/26	全般	国内で今季初「猛暑日」 帯広35.9度 6月の最高更新
2010/6/27	全般	管内10地点で猛暑日 足寄37.1度全国最高気温に
2010/6/29	その他	牛も暑い 7頭が熱射病 管内13地点また真夏日
2010/7/5	全般	管内作況 豆類中心に順調 小麦、イモも遅れ挽回
2010/7/5	ばれいしょ	ジャガイモ畑 花と緑の競演 5月の降雨で種芋の植え付けが遅れ、ジャガイモの生育は6日遅れだったが、その後の好天で遅れをとりもどしつつある
2010/7/17	全般	<農業ガイド> 豆やイモの病害懸念 今日日照少なく多雨多湿 適期防除呼びかけ
2010/7/20	全般	管内作況 全品目で平年並み以上 小麦、イモ回復 豆進む 黄金色の実り 小麦収穫10年間で最も早く
2010/7/25	全般	強い雨 各地で影響 名木ハルニレ倒れる
2010/7/27	マメ	インゲン青々 冷凍加工始まる 工場関係者談「春先の天候不順で心配したが、気温が高くなり一気に回復した。平年並みの収量が見込める」
2010/7/30	小麦	小麦収量減の可能性 収穫進むも不稔粒多発 6月下旬の高湿影響
2010/8/3	全般	管内作況 ジャガイモ後退 夜間の高湿生育に懸念 豆1週間早く
2010/8/4	ばれいしょ	ポテトチップスの原料になる早出し用ジャガイモ「ワセシロ」 春の低温や降雨が続く、収穫開始は平年より1週間遅れて
2010/8/6	小麦	小麦収穫早くも終了 成熟期間少く収量、品質懸念
2010/8/7	全般	帯広市 午前7時に30度超える
2010/8/11	その他	スイートコーン加工 黄色い実り次々と選別 日本缶詰管理部長談「春先の低温影響も、6、7月の好天で回復し、平年より1週間早く操業できた」
2010/8/18	全般	豆類さや数多く順調 ジャがいも肥大遅れ
2010/8/19	マメ	えだまめ最高の出来 芽室の工場で冷凍加工始まる
2010/8/20	全般	真夏日いつもの2倍 今年の帯広 道内最多の19日間 来月も残暑厳しそう
2010/8/21	全般	マメの収量に期待 ジャがいも小ぶり 小麦は3割減
2010/8/21	その他	こちらは豊作 トウキビ(スイートコーン)いっぱいもげたかな
2010/8/21	その他	JAおとふけ ニンジン収穫ピーク 生産者談「高温多雨による腐れの影響が心配されるが、排水性の高い畑を選んでいるのでダメージは少ないだろう」
2010/8/23	その他	忠類特産ユリ根 収穫始まる 生産者談「もう少し雨が欲しいが、生育は順調で平年並みの収穫になる」
2010/8/24	その他	新得で時間雨量50ミリ JR乱れ特急5本運休、音更落雷で1430戸停電
2010/8/25	小麦	農協サイロ 小麦受け入れ始まる ホクシン今年で最後 収量は平年比2~3割減が見込まれる
2010/8/28	マメ	高温 豆 明暗 金時...小粒傾向、2週早く収穫開始 枝豆、大豆は「良」判断
2010/8/30	全般	夏日15日連続
2010/8/31	全般	帯広8月 平均23.3度 史上1位確実 今年は最も暑い夏 帯広市消防署 熱中症搬送30人最多
2010/8/31	小麦	今年道内産 小麦大幅減収か ホクレン会長「調整後30万トン台半ば」
2010/9/1	全般	やっぱり8月は暑かった!
2010/9/3	全般	9月もあつ〜いスタート 今日真夏日に 帯広34.4度記録 18地点で最高更新
2010/9/3	全般	113年間で最も暑い夏(全国)
2010/9/6	全般	9月1日の作況 小豆12日早い、飼料用トウモロコシ10日早い、ジャガイモは上イモ数少ない
2010/9/7	てん菜	ビートで褐斑病多発 十勝東北部調査の9割
2010/9/10	全般	夏日70日 史上1位に
2010/9/18	ばれいしょ	南十勝農工連 デンプン製造本格化 収量を配慮して平年より10日ほど操業開始を遅らせた デンプン含有率はコナフブキで平年並み
2010/9/18	全般	今年産イモに目立つ「二次成長」「中心空洞」 二次成長...6月気温上昇で成長2段階、中心空洞...低温から高温多湿で急激肥大
2010/9/20	てん菜	十勝地域全域のビートに 猛暑影響? 害虫「シロオビノメイガ」急増
2010/9/28	小麦	来年豊作期待込め「きたほなみ」播種 秋まき小麦全量新品種に
2010/9/29	その他	バリバリ音立て収穫 飼料用コーンすでに終盤へ 今年は、平年より枯れ上がり早く、平年より15日早めて収穫スタート、収量は平年並みか
2010/10/3	全般	今年の十勝の畑作 猛暑直撃減収要因に 寒暖リスク対策へ 土作り重要
2010/10/9	その他	ナガイモ 猛暑で豊作予想 JAかわにし試し掘り「大きい」
2010/10/13	てん菜	甘く実ったビート収穫 農家談「いつもより小ぶりになった。高糖度を期待したい」
2010/10/13	てん菜	今年度見込み ビート平年比6%減 春の低温、猛暑影響
2010/10/16	てん菜	ビート次々 精糖スタート
2010/10/20	全般	「きたほなみ」生育順調、ジャガイモ収穫早め
2010/10/20	全般	農耕期の積算温度が過去最高、平年より1割増
2010/10/23	てん菜	ビート不作 原料確保に苦戦 清水バイオエタノール工場 当面は2008年産糖液を使用 来年産に余剰なければ底
2010/11/2	その他	川西ブランド ナガイモ収穫 今年は大きめ、深いところまで入っているのが大変。過去最高の見込み
2010/11/4	全般	夏の高湿被害142億円、十勝農業道内で最大
2010/11/6	全般	<農業ガイド> 被害額は、小麦、甜菜、ジャがいもで8割。ビートは影響に地域差が出た。十勝東部(浦幌、池田、本別)でビートの減収が顕著
2010/11/24	小麦	小麦収量計画の半分、ホクレン1等わずか33%
2010/11/25	てん菜	ビート糖分最低確実、製糖期間短縮へ
2010/11/	全般	農作物不作で「運ぶものがない」 運送業者かき入れ時に悲鳴
2010/12/1	全般	芽室・今年度の農業粗生産額8.5%減の208億円 猛暑影響、畜産は前年増 小麦、ビートは平成に入ってから最低の生産額 小麦は、高温で登熟が一気に進み、歩留まり低下、ビートは高温による生育不良と根腐れ病などの病害、ジャガイモは猛暑による影響を受けたが、市場価格の上昇で生産額減少は小さい。にんじん、ダイコン、タマネギ悪かったが、ナガイモや枝豆はよかった
2010/12/8	全般	共済支払猛暑影響 小麦84億円、畑作計平成で最高の101億円、小麦では、猛暑による共済金の支払いは初めて
2010/12/22	全般	2400億円割り込む。耕種は1048億円で、前年比5%減。高温影響、耕種で減額。共済加味、農家収入は平年並み <農業ガイド> 座談会 管内24JAの取扱高は2380億円。異常気象対応の基盤整備(湿害対策)が必要。土作りで圃場に差出る
2010/12/25	全般	
2010/12/27	全般	コラム<この1年> 猛暑の中の十勝農業 意外の連続 成熟の早さで小麦は低収、ジャガイモは玉数少なく、中心空洞。ビートは収量、糖分ともに低下
2010/12/29	てん菜	十勝の来年のビートの作付が大幅に減る見通し、2年連続の不作で生産者の作付意欲減退
2011/1/3	てん菜	ビート産糖46万トン台に 冷湿害に見舞われた09年産でも産糖量は63万9000トン、4月下旬の降雪による定植の遅れ、7、8月に高温多雨による褐斑病が発生

において作柄が落ち込み、全道平均では作況指数が98と「やや不良」となった。極端な高温年で北海道の水稲収量が平年水準を下回ったのは初めてのことである（農林水産省北海道農政事務所，2010）。夏季がかなり高温であったにもかかわらず、作況指数が平年以下となったのは、6月上旬以降の高温の影響により分けつ発生期間が短縮され穂数が少なくなったことに加えて、春先の低温による初期生育不良も原因として考えられている（農林水産省北海道農政事務所，2010；北海道農政部，2011）。また、近年ではいもち病の発生が、2008年以降、3年連続で多発傾向にあり、特に2010年は高温・多湿の影響が強くて過去30年で最も高い発生面積率であった（木俣，2011）。

一方、北農研の羊ヶ丘の水稲の栽培試験で、通常の年では出穂が遅くて登熟に至らない東北品種のあきたこまち、ひとめぼれが、出穂期の前進および登熟期の昇温により、十分な登熟に至ったことは（図13）注目される（NEMOTO *et al.*，2011）。

## 6. 北海道版早期警戒システムおよび温暖化適応策の開発へ向けて

北海道農業は、開拓以来の歴史の中で数多くの冷湿害を経験し、それに対する技術を蓄積してきたが、高温で深刻な悪影響を受けることは初めてであった。したがって2010年の夏のような記録的な高温に

対する対策技術の準備・蓄積は十分ではない。寒地にある北海道では温暖化すると農業にはプラスになるとの楽観論を多く耳にしてきた。しかし、2010年の夏のように平年より概ね2℃以上高い状況での農業への影響をみると、北海道農業への温暖化楽観論は必ずしも全面的には肯定できない。現在の北海道農業の技術体系は、現状の気候条件、すなわち夏季冷涼・梅雨がない、冬季積雪寒冷に適したやり方で確立してきたと言える。しかし、温暖化が進行することは、これまでの気候の前提条件が大きく変わり、放っておくと農業へ負の影響が現れてしまうことを2010年の夏の状況は示している。したがって、北海道でも温暖化に対しては適応策を着実に開発・実行する必要がある。しかも、暑くなったり寒くなったり、年々の気象変動はむしろ拡大傾向にあるので、単純により南方の品種や技術をそのまま導入すれば解決する問題でもない。つまり、冷害のリスクと温暖化への適応の両立が今後の重要な課題である。

一方で、北海道は高温被害の経験が少ないので、より南の地域の栽培事例・技術に学ぶことも多い。これまで地域の農業研究機関は地域のための研究技術開発が中心であったが、温暖化研究では地域を越えた連携と貢献、つまり研究蓄積・経験を広範囲で重ねて、広く伝達する重要性もより増してくると考える。例えば、北海道の温暖化適応対策技術を東北と連携して準備しておくという発想である。すでに

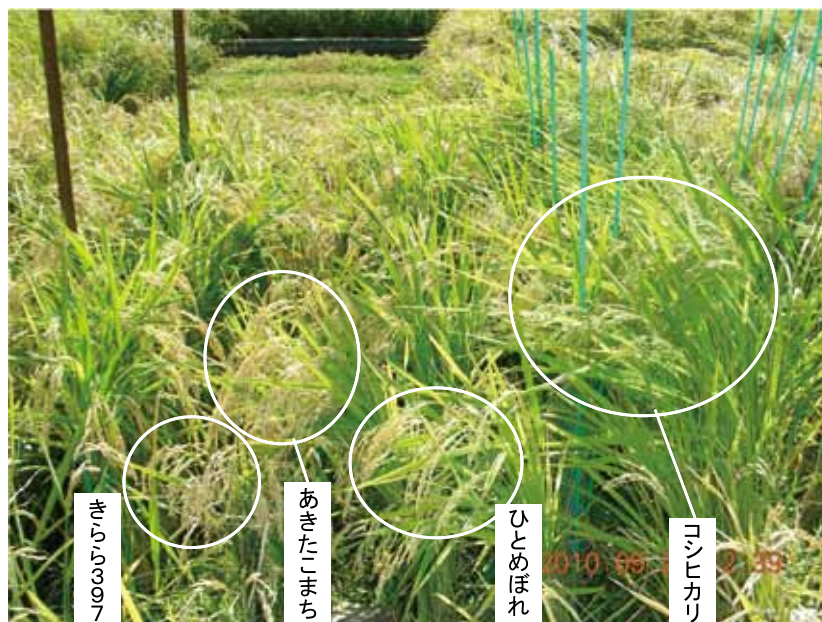


図13 北海道農研（札幌市羊ヶ丘）での東北品種（あきたこまち、ひとめぼれ）等（白い囲いと品種名は穂に対応。傾穂のため植え株の位置からはズレている）

水稲において日長時間も考慮した全国連携試験を実施例もある（例えば、濱寄ら, 2011b; 鮫島ら, 2011）。また、気象の中長期予測の利用可能性および対策可能性を示す研究例もでてきており（KANNO, 2004; 西尾ら, 2011b）、これらの成果の利活用については検討に値する。

今後の異常気象に対する研究技術開発の方向として、高温・低温の両方の温度耐性および各種病害虫抵抗性を備えた品種の開発に加えて、1) これまでの科学的知見や既存の技術の再評価と現場での優良事例を多く集めて広くこれを共有し、栽培技術オプションを充実させる。2) 気象・気候変動の傾向の実態をより正確に評価し、この評価に基づいて研究技術開発を実施する。そして、1), 2) を土台として、3) 気象の中長期予測も含めた予測精度の向上およびこれを踏まえた対策技術をセットとした北海道版早期警戒システムの開発が重要になる。

## 7. 摘要

2010年の気象の特徴は、これまでの北海道の夏季冷涼で梅雨がないという気候条件とは異なり、夏季（6～8月）の統計開始以来の記録的高温（全道平均で+2.3℃）と併せて7～8月の多雨、さらに春先の低温が重なった点にあった。平年より2℃以上の記録的な高温は、作物の生育を過度に促進し、収穫までの生育期間を大きく短縮するとともに、多雨による多湿条件が病害を助長した。さらには春先の低温・多雨による播種の遅れや初期生育の不良の影響が重なったため、多くの畑作物（小麦、ばれいしょ、てんさい、大豆を除く豆類）の収量が大きく低下した。北海道において夏季の高温条件による畑作物の不作は、北海道開拓以来はじめてのことである。また水稲も作況指数が98と極端な高温年では初めて平年を下回った。気象庁温暖化予測情報第6巻による温暖化予測シナリオ（SRES-A2）と比較すると、2010年の夏季気温は、2100年頃、またはそれを上回っていた。これからは4年に1度程度で生じる冷害と併せて、4～6年程度毎に生じる高温、および今後の北海道の夏季に梅雨の発生が頻発するかについては、異常気象が北海道農業に及ぼす影響を考える上で、重要な研究・技術開発課題となると考える。したがって、寒地にある北海道といえども冷害のリスクに備えながら温暖化に対しても適切に対応するための技術開発が必要である。

## 8. 引用文献

- 1) CHOUDHURY, B.J. and BLANCHARD, B.J. (1983) : Simulating soil water recession coefficients for agricultural watersheds. *Water Res. Bull.*, 19, 241–247.
- 2) 濱寄孝弘、井上聡、根本学、廣田知良 (2011a) : I 気象の経過と特徴 : 「北海道における2009年多雨・寡照による農作物の被害解析」報告書. 北海道農業研究センター研究資料, 68, 1–7. [http://cryo.naro.affrc.go.jp/kankobutu/kenkyusiryoy/68/1\\_kisyoukeika\\_and\\_tokuchou.pdf](http://cryo.naro.affrc.go.jp/kankobutu/kenkyusiryoy/68/1_kisyoukeika_and_tokuchou.pdf)
- 3) 濱寄孝弘、根本学、鮫島良次、大野宏之、脇山恭行、丸山篤志、小沢聖 (2011b) : 緯度の違いによる温度差を利用した水稲の温暖化模擬実験. 日本農業気象学会2011年全国大会講演要旨, 179.
- 4) HIROTA, T. and FUKUMOTO, M. (2009) : Estimating surface moisture availability for evaporation on bare soil from routine meteorological data and its parameterization without soil moisture. *J. Agric. Meteorol.*, 65, 375–386.
- 5) 北海道農業研究センター (2011) : 北海道農業研究センター研究資料 第68号, 「北海道における2009年多雨・寡照による農作物の被害解析」報告書, pp59.
- 6) 北海道農政部 (2010) : 平成22年天候不順に関する要因解析と対策報告書. 平成22年3月, <http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/sakkyo/kairyoy/h21youinkaiseki/top.htm>
- 7) 北海道農政部 (2011) : 平成22年異常高温・多雨等が農畜産物に与えた影響と今後の対策. 平成23年2月, (<http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/gjf/H22IYOUKOUON.htm>)
- 8) 井上聡、根本学、濱寄孝弘、廣田知良 (2010) : 気候的に評価した2009年の北海道の土壤水分の特徴. 日本農業気象学会2010年全国大会講演要旨, 4–5.
- 9) KANNO, H. (2004) : Five-year cycle of north-south pressure difference as an index of summer weather in northern Japan from 1982 onwards. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 82, 711–724.
- 10) 木俣 栄 (2011) : 平成22年のいもち病多発要

- 因と本年の対策について. 農家の友, 2011.4, 40-41.
- 11) 気象庁 (2005): 地球温暖化予測情報第6巻. p 58, (平成17年3月).  
(<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/GWP/Vol6/index.html>)
  - 12) 気象庁 (2010): 2010年 夏 (6~8月) の天候. 気象庁発表資料 (平成22年9月1日), 1-23.  
(<http://www.jma.go.jp/jma/press/1009/01c/tenko100608.html>)
  - 13) 気象庁 (2011): 気象観測データ.  
(<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>)
  - 14) 気象庁札幌管区气象台 (2010a): 北海道の気象平成22年 春 (3~5月) のまとめ. 平成22年6月1日, 1-7.  
(<http://www.jma-net.go.jp/sapporo/weatherflush/pdf/hmatome20102.pdf>)
  - 15) 気象庁札幌管区气象台 (2010b): 北海道の気象平成22年 夏 (6~8月) のまとめ. 平成22年9月1日, 1-8.  
(<http://www.jma-net.go.jp/sapporo/weatherflush/pdf/hmatome20103.pdf>)
  - 16) 気象庁札幌管区气象台 (2010c): 北海道の気象平成22年 秋 (9~11月) のまとめ. 平成22年12月1日, 1-6.  
(<http://www.jma-net.go.jp/sapporo/weatherflush/pdf/matome20104.pdf>)
  - 17) KURIHARA, K. (2003): Quasi-six-year Fluctuation in Summer Surface Air Temperatures in Japan. *J. Meteorol. Soc. Jpn.*, 81, 1289-1297.
  - 18) NEMOTO, M., HAMASAKI, T. and SHIMONO, H. (2011): Extraordinary hot summer in Hokkaido decrease rice yield and satisfy growing of cultivar in Tohoku region "Hitomebore". *J. Agric. Meteorol.*, (in press).
  - 19) 西尾善太, 伊藤美環子, 田引 正, 長澤幸一, 山内宏昭 (2011a): Ⅲ コムギ-平成21年7月の低温・長雨による北海道の秋まき小麦における穂発芽被害の解析: 「北海道における2009年多雨・寡照による農作物の被害解析」報告書. 北海道農業研究センター研究資料, 68, 17-23.  
([http://cryo.naro.affrc.go.jp/kankobutu/kenkyusiryu/68/3\\_komugi.pdf](http://cryo.naro.affrc.go.jp/kankobutu/kenkyusiryu/68/3_komugi.pdf))
  - 20) 西尾善太, 伊藤美環子, 田引 正, 中司啓二, 長澤幸一, 山内宏昭, 広田知良 (2011b): 高温による小麦の減収要因: 「北海道における2010年猛暑による農作物の被害解析」報告書. 北海道農業研究センター研究資料, (69, 15-21).
  - 21) 農林水産省北海道農政事務所 (2010): 平成22年産水稻の収穫量(北海道). 平成22年12月8日, 1-8.  
([http://www.maff.go.jp/hokkaido/toukei/kikaku/sokuho/pdf/2010\\_syuukakuki\\_suitou\\_kouhyo.pdf](http://www.maff.go.jp/hokkaido/toukei/kikaku/sokuho/pdf/2010_syuukakuki_suitou_kouhyo.pdf))
  - 22) 鮫島良次, 熊谷悦史, 濱崎孝弘, 根本学, 大野宏之, 脇山恭行, 丸山篤志, 小沢聖 (2011): 電照による温暖化模擬実験から推察された水稻生育・収量への温暖化影響. 日本農業気象学会2011年全国大会講演要旨, 183.
  - 23) 田口和憲, 丹羽勝久, 岡崎和之, 清野伸孝 (2010): V テンサイ 2009年テンサイ湿害の発生実態に関する調査報告: 「北海道における2009年多雨・寡照による農作物の被害解析」報告書. 北海道農業研究センター研究資料, 68, 33-46.  
([http://cryo.naro.affrc.go.jp/kankobutu/kenkyusiryu/68/5\\_tensai.pdf](http://cryo.naro.affrc.go.jp/kankobutu/kenkyusiryu/68/5_tensai.pdf))
  - 24) 高橋宙之, 田口和憲, 岡崎和之, 黒田洋輔, 阿部英幸 (2011): 2010年の特異的な気象が北海道のテンサイ栽培に及ぼした影響: 「北海道における2010年猛暑による農作物の被害解析」北海道農業研究センター研究資料, (69, 29-37).
  - 25) 田宮誠司, 西中未央 (2011): バレイショ: 「北海道における2010年猛暑による農作物の被害解析」北海道農業研究センター研究資料, (69, 23-28).
  - 26) 吉田隆 (2010): 地球温暖化と平成22年夏の天候 平成22年度気象講演会 今夏の猛暑から学んだこと~要因とその影響~, 札幌管区气象台(社) 日本気象学会北海道支部, 7-8.  
(<http://msj-hokkaido.jp/kisyo/2010/yokousyu2010.pdf>)

# I Climatic Features of Spring to Summer in 2010 and Their Impacts on Agriculture in Hokkaido

Tomoyoshi HIROTA <sup>1)</sup>, Nobuhisa KOGA <sup>2)</sup>, Yukiyoishi IWATA <sup>2)</sup>, Satoshi INOUE <sup>1)</sup>,

Manabu NEMOTO <sup>1)</sup> and Takahiro HAMASAKI <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Climate and Land-use Change Research Team (Agro-environmental Research Division),

<sup>2)</sup>Climate and Land-use Change Research Team, (Upland Farming Research Division)

## Summary

Summer in Hokkaido, northern Japan, is characterized by dry air and cool temperate; however, in 2010, the summer was extremely hot and wet despite low temperatures in spring of that year. The temperature anomaly was +2.3 °C in summer (June to August), the highest in Hokkaido since 1946. Most of the upland crops (e.g., wheat, potato and sugar beet) suffered from serious damage caused by the extreme weather conditions. Shortage of the growth period due to high temperatures and disease outbreak enhanced by wet conditions in summer, as well as low temperatures in spring, resulted in yield reduction of upland crops. The yield index of rice in 2010 was 98, lower than that in the average year. The poor yields of upland crops and rice in 2010 were the first recorded poor yields in a year with a hot summer in Hokkaido. The temperature in summer in 2010 was equivalent to that predicted under the climate change scenario (SRES-A2 from the Meteorological Research Institute of Japan) for 2081-2100. We still have potential risks due to low temperatures in summer. Therefore, countermeasures must be established to prevent hot summer damage as well as low temperature damage in summer.