

温暖化条件下の積雪・土壌凍結地帯の長期変動傾向の予測と農業に及ぼす影響評価

(1)道東地方の積雪・土壌凍結の長期・広域データベースの作成

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター

寒地温暖化研究チーム

廣田知良・根本学・岩田幸良

平成 17～19 年度合計予算額	58,121 千円(全課題分)
(うち、平成 19 年度 当初予算額)	17,619 千円(全課題分))

[要旨]

北海道・道東地方における積雪・土壌凍結深観測のデータ収集を行った。これまで農業関係者の一部を除いて存在の知られていなかった積雪・土壌凍結深の観測地点が、道東地方（十勝、釧路、根室地方）約 20,000 km² スケール）で 90 カ所以上見つかリ、これらのデータを整備した。この中で 20 年以上測定されている 21 地点の土壌凍結深の観測データとアメダスデータ 24 地点の土壌凍結指数（積雪深が 20 cm に達するまでの積算寒度；2005 年までの 30-50 年間）の値を用いて道東地方の土壌凍結深の長期傾向を解析した。その結果、道東地方では、釧路・根室地方の沿岸部を除き、1980 年代後半から全体的に土壌凍結深減少傾向が広く認められた。土壌凍結深の減少は気温の上昇が直接の要因ではなく、初冬における積雪深の増加が早まり、土壌が断熱される時期が早まったことによる。また、Hirota et al.の地温推定モデルを基に気温と積雪深から推定できる土壌凍結深推定モデルを開発した。北海道十勝地方の芽室試験地の観測データによりパラメータを同定し、北海道立根釧農業試験場での長期観測データよりモデルを検証した。開発した土壌凍結深推定モデルは、入力データ数の減少を達成しつつ、融雪期までの土壌凍結深の変化と最大土壌凍結深の長期変動傾向を誤差数 cm 以内の精度で計算できた。開発したモデルを用いて、道東地方 24 箇所のアメダス地点の 30 年分のデータおよび 1892 年から 2007 年までの 115 年以上の十勝地方の帯広の気温と積雪深データを用いて、年最大土壌凍結深の長期傾向を計算した。近年 20 年の年最大土壌凍結深が 20cm を下回ることが多くなるような土壌凍結深の減少は、北海道開拓以来初めてであり、農地環境に大きな影響を与えていることが明らかになった。

[キーワード] 土壌凍結、積雪、データベース、長期変動傾向、土壌凍結深推定モデル

1. はじめに

北海道・道東地方は我が国を代表する農業地帯であるが、冬は少雪・厳寒で土壌凍結が発達するため、農作物の品種の選択や生育期間が制限される。しかし、提案機関による道東・十勝地方での 20 年に及ぶ土壌凍結深の長期観測結果では、土壌凍結深は近年、顕著な減少傾向にある。世界的にも永久凍土の面積あるいは土壌凍結深の減少が報告されている¹⁾。寒冷気候帯の農業は温暖化により、当面、農業生産力の増加が望めるという楽観的な見方もあるが²⁾、当地域では、土壌凍結によって抑制されていた病虫害や雑草の発生、融雪水の地中への浸透形態の変化に伴う物質循環の変化等、当初は予想されていなかった農業環境への負の影響の兆候も現れはじめており、今後の気候変動の動向および農業への影響が懸念されている。一方、道東地域では土壌凍結深の測定箇所が多数あり、これらのデータを用

いることで土壌凍結深の長期変動傾向が明らかになると考えられる。これまでは、土壌凍結深観測を実施している組織間の連絡が無く、その有効な利活用的手段をもっていなかった。さらに、近年の厳しい財政状況等の理由から、測定の中止や過去に取得されたデータ破棄の検討の声も聞かれる状況にもある。しかしながら、20年に及ぶ多地点の土壌凍結深測定データは世界的に見ても殆ど類が無く、温暖化が進行しつつある寒冷地の環境変化を客観的に示す貴重なデータである。このような背景から、道東の各地で観測されている土壌凍結データを早急にデータベース化し、同地域における土壌凍結深の変動傾向を把握することは、積雪・土壌凍結地帯における農地環境の今後の将来予測にとって非常に重要な課題と位置づけられる。

2. 研究目的

北海道農業研究センター(以下、北海道農研)では、道東・十勝地方の芽室町において、気象庁でも測定されておらずかつ世界的にも貴重な土壌凍結深の長期観測を20年以上継続している。さらに、北海道農研のみならず、道東地方の各農協や農業改良普及センターでも土壌凍結深観測を長期に継続しており、データが蓄積されている情報を様々な関係者から得た。そこで本研究ではこれらのデータを掘り起こして統合することで、1)道東地方の積雪・土壌凍結データに関する長期間の広範囲かつ高密度なデータセットを作成する。2)さらに、気象庁でも長期観測されている気温や積雪深等の気象データから土壌凍結深を推定できる手法を開発し、このデータベースを用いた検証・改良により推定精度を向上させる。3)そして、ここで構築したデータベースと時空間分布特性を拡張することができる土壌凍結深推定モデルを用いた数値計算により、道東における土壌凍結深の長期変動傾向の時空間分布特性を明らかにし、道東地方の積雪・土壌凍結深の長期変動データベースを作成することを目的とする。

3. 研究方法

- (1) 道内の農業関係機関、すなわち農業改良普及センター、農協、農業研究機関関係者等の様々な方の協力を得て、土壌凍結深と積雪深のデータ収集を行った。さらに収集したデータについて、緯度、経度の位置情報や土壌分類情報等、土壌凍結深モデル開発に必要な情報を加えるよう関係者に依頼し、データ整備した。
- (2) 道東・十勝地方の芽室町のデータの土壌凍結深の長期傾向を調べると共にその変動要因を解析した。さらに、道東地方・十勝、釧路、根室地方の土壌凍結深の長期変動傾向の解析を行った。これには20年以上の長期観測をしている農業関係機関のデータを用いると共に最大土壌凍結深に相当するインデックスとして気温と積雪深から計算できる土壌凍結指数(積雪深が0.2mになるまでの積算寒度)を用いて、道東地方の十勝管内の気象庁のアメダスデータと区内観測所のデータから計算し、過去30~50年の土壌凍結指数の長期変動傾向を調べた。長期変化傾向(トレンド)の検定は、ノンパラメトリックな検定手法であるMann-Kendall rank statistic³⁾を用いた。
- (3) 道東で観測された土壌凍結深データは極めて貴重であるが、観測年数や地点は限られおり、この時空間分布を補完する手段として、アメダスなどで観測されている気象データから土壌凍結深を数値計算により推定する手法の開発が望まれる。また、課題2の土壌凍結深の変動が農地へ及ぼす影響評価を行うため、あるいは課題4との連携で温暖化時の将来予測のためにも土壌

ータを入手した。これは現在、同地域内において気象庁の気象官署やアメダスで積雪深を観測している点数（十勝で11カ所、根釧で13カ所）の4倍近くに相当する。

道東の農業関係機関の土壤凍結深の主な観測目的は、融雪の観測と同様に、春の農作業計画に必要な情報あるいは新導入作物の適地判定である。土壤凍結深は、ほとんどがメチレンブルー凍結深計⁵⁾によって10日から1ヶ月に1度程度の頻度で測定されていた。また、ほとんどが積雪深も同時に観測していた。データを収集している組織や観測地点、観測期間について、以下に示す特徴が認められた。

- 1) 十勝地方の特徴として、農協(JA)が主体となって土壤凍結観測に取り組んでいるところが多い。観測地点は小麦やビート畑等に利用する畑地であり、観測地点の分布に多少の偏りが見られるが、高密度の観測がされている。観測期間は、数年程度から芽室町のように20年近くの長期観測データを保管しているところもあった。そこで、芽室町についてはアメダス観測点がありかつ約500km²スケールの平均値のデータが1987-2005の期間であるので、(2)の長期変動傾向解析に用いると共に、温暖化予測を行う際の検証用データとしても用いた(課題4で検証結果を記述)。なお、参考までに十勝地方中西部地方(芽室、清水、新得、糠平、鹿追、幕別、士幌、上士幌)で2000-2005年のデータが揃っている38地点の年最大土壤凍結深の6年間の平均値と標準偏差(6年間平均値)を求めたところ18.6±9.4cmであった。
- 2) 根室・釧路地方(以下根釧地方)では十勝とは異なり、農協(JA)ではなく農業改良普及センターを中心に積雪・土壤凍結深の観測が展開されている。観測地点は牧草場が大部分である。観測年数は、25年以上土壤凍結深を観測している箇所も複数あり、十勝地方よりも長期データを観測している箇所が多かった。そこで、20年以上の長期観測地点データ21地点を(2)の長期変動傾向解析用データとして用いることにし、さらに気象観測地点(アメダス)と土壤凍結深観測地点が同一の箇所にありかつ28年(1978-2005)の長期データを保有している道立根釧農業試験場のデータを(3)の土壤凍結深モデルの検証用データとした。

土壤凍結深の観測について海外の例と比較すると、かつて旧ソ連(総面積2500万km²)は、公式に把握している数字として、土壤凍結深のみの観測地点が240カ所余り、積雪深と土壤凍結深の両方を観測している地点が90カ所余りあり、土壤凍結深を組織的かつ長期に観測している代表的なところとして知られていた⁶⁾。しかし、現在、積雪・土壤凍結地帯の寒冷圏の気象観測地点数が国際的に減少しており、地球温暖化研究に重大な支障を来していると言われている⁷⁾。本研究での積雪・土壤凍結データベースの充実と長期変動解析および気候学的要因との関連説明は、この面からも地球温暖化研究に貢献ができると考える。道東地方の土壤凍結深観測は、このように世界的にも非常に重要であるが、特筆すべきは高

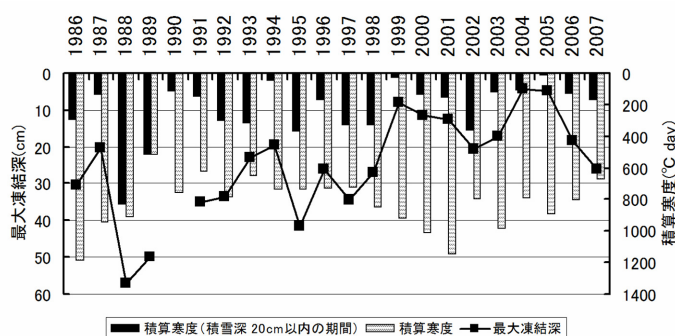


図2 十勝地方芽室町(北海道農研芽室研究拠点)の最大土壤凍結深、積算寒度、積雪深が20cmになるまでの積算寒度の年々変動(Hirota et al.2006にデータ追加)

密度な観測が農業関係機関の意志により自発的に展開されていることである。

(2) 道東地方における土壤凍結深の長期変動傾向

帯広市の西隣にある芽室町（500 km² スケール）は十勝地方を代表する大規模畑作地帯であると共に、積雪・土壤凍結深の観測を J A 芽室と北海道農研で合わせて 10 カ所、約 20 年間継続している。北海道農業研究センターの土壤凍結深の長期観測結果によると、近年、土壤凍結深は顕著な減少傾向を示していた⁸⁾（図 2, $p < 0.05$ ）。特に、2003/04 年と 2004/05 年の冬は、過去に例の無い 2 年連続で土壤凍結がほとんど発達しない年となった。J A 芽室の観測値でも同様の結果であった⁸⁾。近年の土壤凍結深の減少傾向の要因について、先ず気温上昇がその要因と考えたが、過去 20 年の気温（図 3a）および積算寒度（日平均気温が 0 °C 以下の日の気温絶対値を積算した値）は減少していない（図 2）。つまり、気温は土壤凍結深減少の直接要因ではなかった。ところで、雪には断熱作用があり、土壤凍結が発達するのは日平均気温が 0 °C 以下で積雪深が 20 cm に達するまでの期間に限られる。そこで積雪を調べると、近年積雪深が 20 cm を超える時期が季節的に早まる傾向にあり（図 3b, $p < 0.05$ ）、積雪深 20 cm 以下の期間の積算寒度も減少している（図 2, $p < 0.05$ ）。また、年最大土壤凍結深は積雪深が 20 cm の深さに達するまでの積算寒度（以後土壤凍結指数と呼ぶ）の関係を北海道農研の観測データで解析したところ、高い正の相関関係にあることが確認できた（ $r^2 = 0.71$ ）。つまり、初冬における積雪深の増加が土壤凍結深減少の直接要因であった⁸⁾。

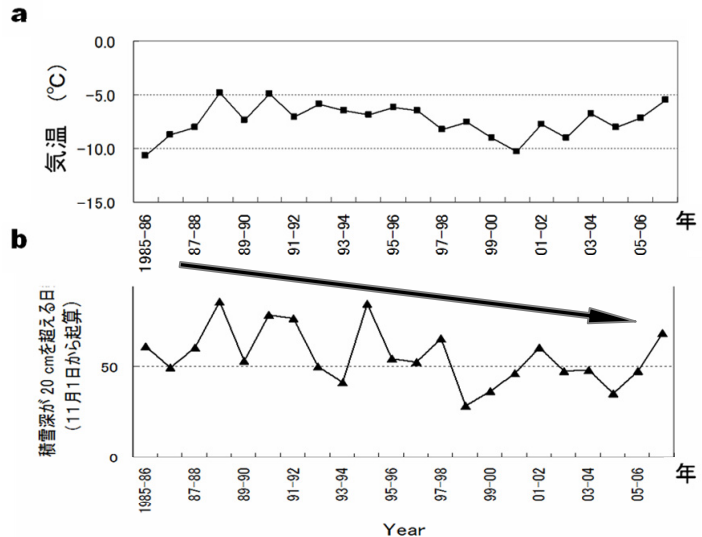


図 3 a: 芽室町アメダス観測地点での冬の平均気温（12月-2月平均）と b: 積雪深が 20 cm 以上に達する日の年々変動（11月1日から起算）

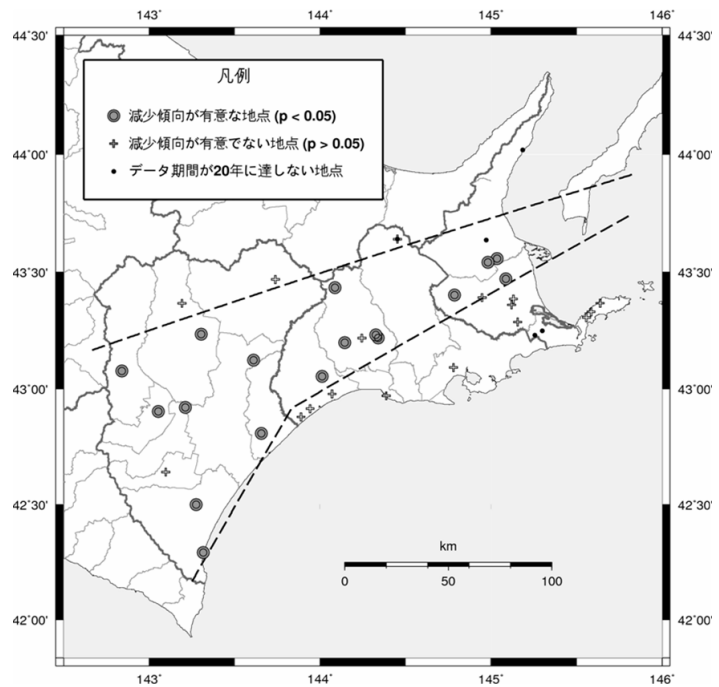


図 4 北海道・道東地方における土壤凍結深減少傾向分布図（点線で囲んだ箇所が減少傾向を示す）

さらに、道東地方全体の土壤凍結深の長期変動傾向を、農業関係機関の20年以上の長期観測をしている21地点と、道東地方のアメダスデータ（アメダス以前は区内観測所）のデータ24地点の過去30～50年分の最大土壤凍結深に相当するインデックスとして土壤凍結指数を計算して調べたところ、道東地方では、根釧地方の沿岸部を除き、全般的に土壤凍結深減少傾向が広く認められることが明らかとなった(図4)。

(2)土壤凍結深推定モデルの開発と検証

1) モデルの設計方針

土壤凍結深モデルはHirota et al.の方法⁴⁾に基づき、限られたデータを基に長期シミュレーションを行うことを目的にしているため以下に示す簡単化を図った。

1. 地中熱流量を時間微分化することでモデルの構造を簡略化した。これを下層の境界条件として適用することで深層土壤の初期条件やパラメータを必要としない⁴⁾。
2. 土壤中の地温、土壤凍結深の計算は熱伝導のみを考慮し、融雪水の浸透過程は考慮しない。
3. 地表面の境界条件は熱収支式に基づくが、正味放射や潜熱の過程を省略した。冬は地表面熱収支の各要素の絶対値が他の季節と比べて低く、特に正味放射と潜熱については非常に小さいため、これを省略してもモデルの計算精度を十分に保つことができるためである。
4. 土壤や雪のパラメータは計算期間中、一定値として取り扱った。

2) 十勝地方(芽室拠点)でのモデルパラメータの決定

以上のような簡単化により、長期観測データの入手が比較的容易な気温と積雪深のデータのみから冬季や積雪条件下の地温、土壤凍結深の推定が可能となる。本モデルで必要なパラメータは、土壤と雪の熱的パラメータ(熱伝導率と熱容量)、年平均地温である。土壤の熱的性質については、道東で広く分布する火山灰土壤の典型的な値を与え、熱伝導率は $0.6 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ (凍土では $0.7 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$)、土壤の熱容量は2.2(凍土では1.5)とし一定値とした。土壤凍結の発達は積雪に強く影響を受け、モデルのパラメータで最も推定に影響するのは雪の熱伝導率である。そこで長期シミュレーションで用いる最適パラメータを決めるために、2002-2007の芽室観測サイトの土壤凍結深測定データとモデルの計算値のRMSE(二乗平方誤差)が最も小さくなるように雪の熱伝導率を決定した。その結果、すべての年で一定として最適化した雪の熱伝導率を $0.17 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とした場合で推定精度が最も高く、この場合、年最大土壤凍結深は4cm以内の誤差で推定できることがわかった。⁹⁾また、入力データについてのモデルの感度解析を行ったところ、1)日平均気温が計算期間中全体で 1°C 異なると、最大土壤凍結深は4cm程度異なり、2)積雪については積雪深が浅いときほど、計算に与える影響は大きく、仮に芽室町の1月中旬の気象条件(日平均気温 -10°C 相当)で裸地面(積雪深0cm)が10日続いた場合と積雪深5cmが10日続いた時を比較すると、積雪深5cmの違いで最大土壤凍結深は10cm異なることがわかった。

3) 根釧地方中標津町 根釧農業試験場データによる検証

1)のモデル設計そして2)で決定したモデルパラメータの妥当性を検証データとして、根釧農業試験場の土壤凍結深データを用いた。モデルと観測値を比較すると観測値－計算値の差の平均は -0.2cm であり、RMSE(二乗平方誤差) 6.6 cm であった(図5)。パラメータを決定したのと異なる観測地点による検証で、推定誤差が数cm以内であったことにより、モデルは観測値を良く再現していると判断できる。

4) 土壌凍結深の長期推定結果

図6にアメダスデータ24地点のデータを用いた土壌凍結深モデルによる1978年～2007年の最大土壌凍結深の推定結果を示す。道東の十勝、釧路、根室のいずれの地方においても土壌凍結深は減少傾向にあり、また道東地方全体の平均値でも土壌凍結深は減少傾向にあることが明らかとなった。図7に1892年から2007年の十勝地方の帯広の長期推定結果を示す。年最大土壌凍結深はおおよそ20年ごとに周期的に変化しているが、少なくとも1980年中頃から遡り、1世紀以上前の北海道開拓頃までの過去においては、最大土壌凍結深は平均して30-50cm以上あったことを示している。すなわち、近年の土壌凍結深の顕著な減少は北海道開拓以来、初めての現象であることが明らかとなった。また、近年、10年の年最大土壌凍結深は、十勝地方の中西部では20cmを下回ることも多くなってきている。課題2と課題4の報告でもあるように年最大土壌凍結深が30-40cm以上であれば例えば、融雪水の土壌浸透は抑制され、かつ近年農業現場では大きな問題となっている野良イモの発生も抑えられるが、20cm以下になると融雪水の土壌浸透は卓越し¹⁰⁾、また野良イモ発生数も増大する¹¹⁾¹²⁾ことが明らかにされている。すなわち、現在、土壌凍結深の顕著な減少は、北海道開拓以来、はじめて生じている現象であり、しかも、臨界点である年最大土壌凍結深が20cmを下回る傾向が続いていることから、農地の水循環や農地生態系にも北海道開拓以来経験のない大きな変化が生じているといえる。

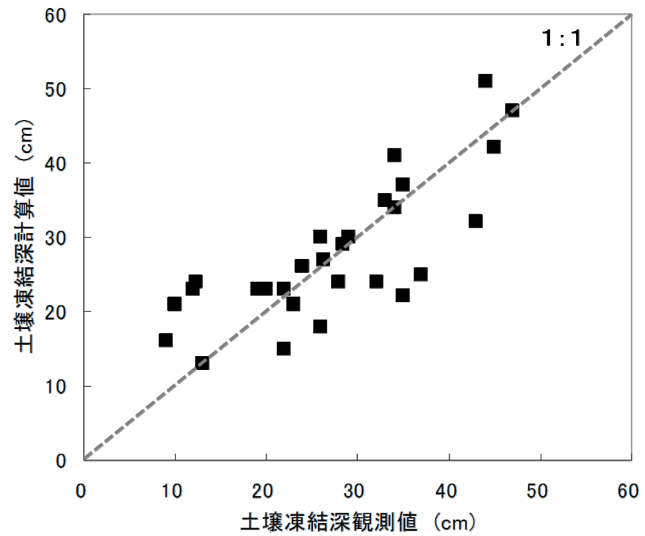


図5 根室地方中標津での土壌凍結深モデル検証結果。気象データはアメダス。土壌凍結深は根釧農試観測データ(1978-2005年2月20日 計算値も同日の出力結果)

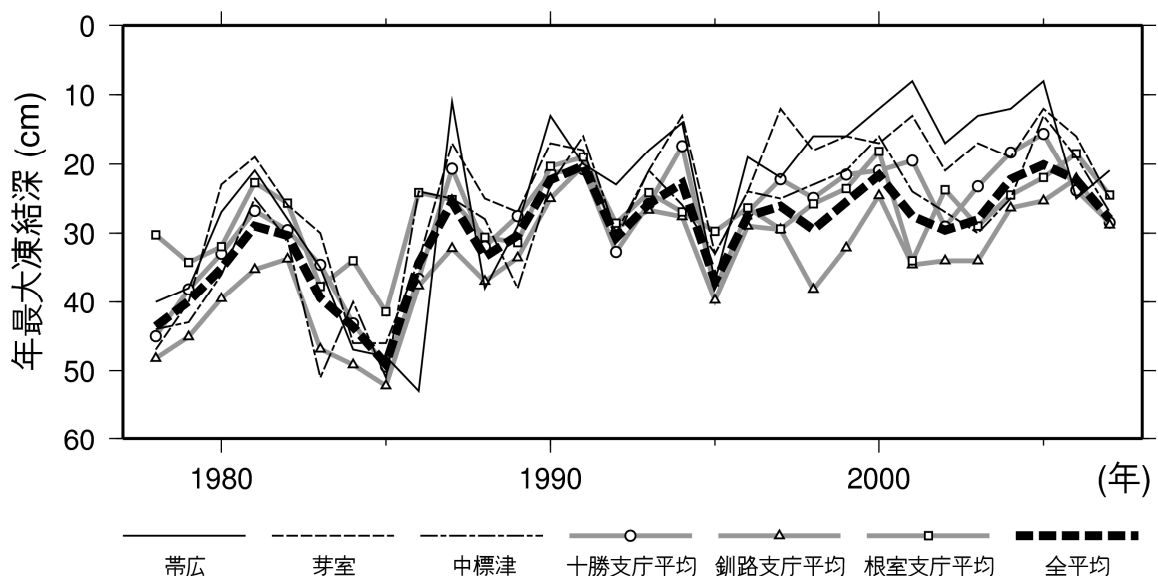


図6 北海道、道東地方のアメダスデータを用いた年最大土壌凍結深の年々変動

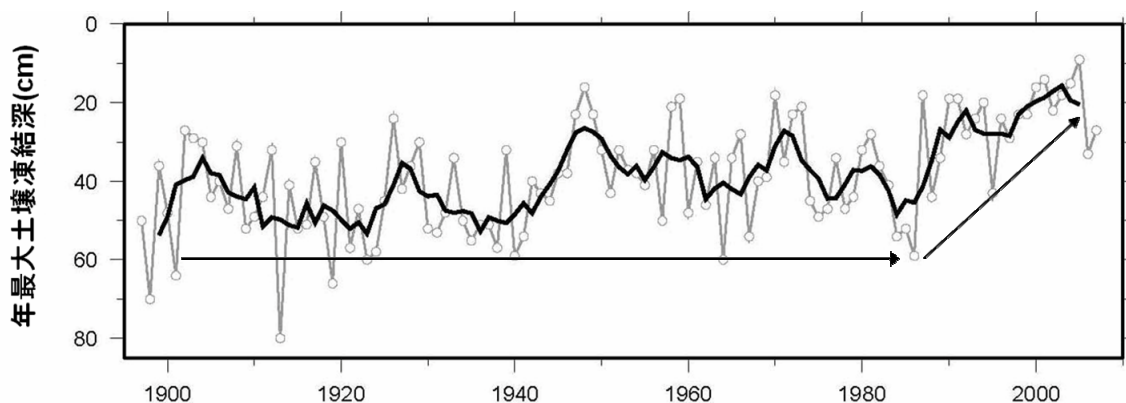


図7 帯広における過去100年以上(1892-2007)の年最大土壌凍結深の
年々変動(灰色線)、5年移動平均値(黒太線)

5. 本研究により得られた結果

- (1) これまで農業関係者の一部にしか存在の知られていなかった積雪・土壌凍結深の観測地点が道東地方で90カ所以上あることがわかった。現在、十勝管内で60地点、根釧管内で30地点を上回るデータを入手した。中には20年以上の長期観測を続けている箇所が複数あった。これは、同地域内において気象庁のアメダスで積雪深を観測している点数の4倍近くに相当する。積雪・土壌凍結地帯の寒冷圏の気象観測地点数は現在、減少しており、地球温暖化研究に重要な支障を来していると言われている。本研究での積雪・土壌凍結データベースの充実、この面からも地球温暖化研究に貢献ができると考えられる。
- (2) 北海道・道東地方(十勝・釧路・根室)地方の土壌凍結深の長期傾向を解析した。その結果、根釧地方の沿岸部を除いて、道東地方では、釧路・根室地方の沿岸部を除き、全般的に土壌凍結深減少傾向が広く認められることが明らかとなった。土壌凍結深の減少は気温の上昇が直接要因ではなく、初冬における積雪深の増加が早まり、土壌が断熱される時期が早まったことによる。
- (3) 土壌凍結深の時空間分布の推定や温暖化時の将来予測が可能となる土壌凍結深モデルを開発した。開発したモデルは、入力する気象データは日々の気温と積雪深から計算できる。開発した土壌凍結深推定モデルは、入力データ数の減少を達成しつつ、融雪期までの土壌凍結深の変化と最大土壌凍結深の長期変動傾向の推定を、誤差数 cm 以内の十分な精度で計算できることを検証した。
- (4) 開発した土壌凍結深モデルを用いて1892年から2007年までの十勝地方の帯広で観測されている気温と積雪深データを用いて、年最大土壌凍結深の長期傾向を計算したところ、近年の土壌凍結深の顕著な減少傾向は、少なくとも北海道開拓以来の初めての現象であり、現在の農地環境に大きな影響を与えていることが明らかとなった。

謝辞

十勝地方での積雪・土壌凍結深データの収集については、十勝農協連をはじめとする十勝管内JA各機関と農業改良普及センターの、根釧地方での土壌凍結深データは牧野司氏(根釧農試)、および根釧

農試と農業改良普及センターの関係者のご尽力による。これらの方々にここに記して謝意を表す。

6. 引用文献

- 1) IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- 2) IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- 3) 松山 洋、谷本陽一 実践！気候データ解析.古今書院,107pp.(2005)
- 4) Hirota, T., J.W. Pomeroy, R.J. Granger, and C.P. Maule. An extension of the force-restore method to estimating soil temperature at depth and evaluation for frozen soils under snow. *Journal of Geophysical Research*, **107**(D24), 4767. DOI: 10. 1029/2001JD001280. (2002)
- 5) 日本雪氷学会北海道支部編. 雪氷調査法. 北海道大学図書刊行会, 244 pp. (1991)
- 6) Frauenfeld, O.W., T. J. Zhang, R.G. Barry, D. Gilichinsky. Interdecadal changes in seasonal freeze and thaw depths in Russia. *Journal of Geophysical Research*, **109**, D05101, doi10.1029/2003JD004245. (2004)
- 7) Frozen Ground Center. available from <<http://nsidc.org/fgdc/>>, (accessed on May 13, 2008) (2008).
- 8) Hirota, T., Y. Iwata, M. Hayashi, S. Suzuki, T. Hamasaki, R. Sameshima, and I. Takayabu: Decreasing soil-frost depth and its relation to climate change in Tokachi, Hokkaido, Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. **84**,821-833. (2006)
- 9) Nemoto, M.,T.Hirota and Y.Iwata: Application of the extended force-restore model to estimate soil-frost depth in the Tokachi region of Hokkaido, Japan. *Journal of Agricultural Meteorology* (accepted) (2008).
- 10) Y. Iwata, M. Hayashi, and T. Hirota: Comparison of snowmelt infiltration under different soil-freezing conditions influenced by snow cover. *Vadose Zone Journal*. **7**, 79-86 (2008)
- 11) 前塚研二. 十勝の野良イモ発生の実態と除雪による野良イモ処理、日本農業気象学会北海道支部大会 2007 年度大会要旨集、13-18.(2007)
- 12) 廣田知良、白木一英、前塚研二、根本学、岩田幸良、濱寄孝弘、鮫島良次: 土壌凍結を活用した冬期の野良イモ対策 日本農業気象学会全国大会 2008 年度講演要旨,79,(2008)

[研究成果の発表状況]

(課題(1)と(3)は担当者が同じであり、文献や資料はすべての課題を含むものもあるので、ここでは課題(1)と(3)のすべてを含めて掲載する。また課題(4)も北海道農業研究センター関連の成果について

は、この課題と重複するので、ここに含めることにする。)

(1) 誌上発表

- ① M. Hayashi, T. Hirota, Y. Iwata and I. Takayabu: *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **83**, 783-798 (2005) “Snowmelt energy balance and its relation to foehn events in Tokachi, Japan.”
- ② T. Hirota, Y. Iwata, M. Hayashi, S. Suzuki, T. Hamasaki, R. Sameshima, and I. Takayabu: *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **84**, 821-833 (2006) “Decreasing soil-frost depth and its relation to climate change in Tokachi, Hokkaido, Japan”
- ③ M. Nemoto, T. Hirota and Y. Iwata: *Journal of Agricultural Meteorology*, (accepted)” Application of the extended force-restore model to estimate soil-frost depth in the Tokachi region of Hokkaido, Japan” (2008).

(2) 口頭発表

- ① 廣田知良、岩田幸良、濱寄孝弘、鮫島良次、林正貴、長谷川周一、井上聡、佐藤威、鈴木和良、高藪出、大泉三津夫：日本気象学会 2005 年度春季大会（2005）
「北海道・道東地方の積雪・土壌凍結深の長期変動傾向の予測と農業に及ぼす影響評価へ向けて」
- ② 廣田知良、岩田幸良、濱寄孝弘、鮫島良次、林正貴、長谷川周一、井上聡：農業環境工学関連 7 学会（2005）
「北海道・十勝地方の微気象特性および積雪・土壌凍結深の長期変動傾向」
- ③ 廣田知良、岩田幸良、鈴木伸治、濱寄孝弘、鮫島良次、林正貴、長谷川周一、井上聡、佐藤威、鈴木和良、高藪出、大泉三津夫：水文・水資源学会 2005 年度研究発表会（2005）
「北海道・十勝地方の冬季の農地の微気象・土壌水分・土壌凍結動態および長期変動傾向」
- ④ 廣田知良、岩田幸良、鈴木伸治、鮫島良次、濱寄孝弘、林正貴、高藪出：日本農業気象学会 2006 年春季大会（2006）
「北海道・十勝地方の近年の急激な土壌凍結深の減少傾向について」
- ⑤ 廣田知良、鈴木伸治、岩田幸良、長谷川周一、井上聡、鮫島良次、濱寄孝弘：2006 年度日本農業気象学会北海道支部大会(2006)
「Extended Force-Restore Model で構成された土壌凍結深推定モデルの十勝地方火山灰土における検証」
- ⑥ 廣田知良・鈴木伸治・岩田幸良・濱寄孝弘・鮫島良次：日本農業気象学会 2007 年春季大会,(2007)
「寒地における大規模土地利用型農業での環境制御を実現する土壌凍結深制御技術」
- ⑦ 廣田知良、牧野司（根釧農試）、岩田幸良、井上聡、根本学、濱寄孝弘、鮫島良次：日本農業気象学会 2007 年全国大会(2007)
「北海道・道東地方で生じている土壌凍結深減少傾向について－根室・釧路地方での解析を中心に－」
- ⑧ 廣田知良、臼木一英、前塚研二、根本学、岩田幸良、濱寄孝弘、鮫島良次：日本農業気象学

会春季全国大会 2008 年度(2008)

「土壌凍結を活用した冬期の野良イモ対策」

(3) 出願特許

廣田知良、岩田幸良、鈴木伸治:「作物の生育方法について(雪の管理による土壌凍結深制御)」,
特開 2007-236290, 平成 18 年 3 月 9 日

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

- ① 北海道新聞朝刊(2007年3月15日 野良イモが増加 収穫漏れで越冬 雑草化 気候変動 土壌凍結進まず 北農研調査 1ha で2万株、[資料1](#))
- ② 毎日新聞(北海道版)(2007年4月26日 野良イモ 農家困った 降雪早まった十勝 [資料2](#))
- ③ 農業共済新聞(北海道版)(2007年11月14日 冬期に行う野良イモ処理 [資料3](#))
- ④ 読売新聞朝刊(北海道版)(2008年1月3日 地球の叫び 第1部 そこにある温暖化2 凍らぬ畑 野良イモの害 [資料4](#))
- ⑤ 北海道新聞朝刊(2008年3月10日 北海道と温暖化 洞爺湖サミット4 悲鳴 地温上昇 農家に驚異 [資料5](#))
- ⑥ 朝日新聞(北海道版)(2008年4月4日 環境異変⑤ 凍らぬ土、野良イモ越冬 [資料6](#))
- ⑦ NHK北海道(2008年1月18日北海道クローズアップ「北の大地からの警告」～温暖化問題とどう向き合うか～ 土壌凍結深の減少と北海道農業への影響について3分40秒ほど紹介 2008年1月20日、2008年5月10日再放送)
- ⑧ 札幌テレビ(STV)(2008年2月8日(どさんこワイド180「シリーズそこにある地球温暖化」 極寒の雪原ではじまった野良イモ退治とは 土壌凍結深の減少と北海道農業への影響について8分ほど紹介)
- ⑨ 日本テレビ(2008年2月28日ズームインSUPER 温暖化の影響 冬の列島異変!? 土壌凍結深の減少と北海道農業への影響について2分ほど紹介)
- ⑩ 北海道文化放送(UHB)(2008年3月27日 スーパーニュース 環境奇想曲③ 未来からの警告 100年後の北海道は? 土壌凍結深の減少と北海道農業への影響について1分10秒ほど紹介)
- ⑪ 廣田知良 積雪・土壌凍結地帯における気候変動と作物栽培への影響評価 地球温暖化と北海道農業 NPO 北海道グリーンテクノバンク、日本気象協会主催,(2007) 招待講演 2007年3月16日
- ⑫ 廣田知良 北海道・道東地方の土壌凍結深の減少傾向および農業への影響 2007年度日本気象学会秋季大会シンポジウム 雪氷圏から語る気象と気候 招待講演 2007年10月14日
- ⑬ 廣田知良 冬期に行う野良イモ処理,社団法人 北海道農業改良普及協会 農家の友 12月号 102-103(2006)

- ⑭ 廣田知良 「既に始まった気候変動に日本の食料システムはどう適応するか」日本農業気象学会 2006 年春季大会シンポジウム コメンテーター 2006 年 4 月
- ⑮ 廣田知良 農耕地は変化しているか? 「地球温暖化の実態とそれが生態系と農業活動に及ぼす影響」に関する研究会,日本農業気象学会生態系プロセス研究部会 2006 年 9 月 11 日 北海道農業研究センター

(6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について

ここで得られた研究成果は農家や農業関係機関（道立農試、農協、農業改良普及センター等）と密接な連携を取り、現地調査や十勝農協連主催の協議会、学会、メディアを通して成果を迅速に伝える等、農業現場へ大きく貢献している。