

報 告

日本国内地温・凍結深データの収集・整備

齊藤和之^{1*}, 末吉哲雄¹, 渡辺晋生², 武田一夫³

要 旨

地温・凍結深の空間的分布や歴史的推移は、寒冷地における農業計画や土木事業計画に直接的に関連するのみならず、地球環境変動（近年の地球温暖化など）の影響評価や今後の予測を行う上で重要なデータである。社会的背景の多様化や評価手法の発展にともない、こうしたデータの集約がさらなる学術研究の発展に必要な不可欠となっているが、未だ十分に整備されていない状態にある。日本国内の地温・凍結深の観測はこれまで、気象庁、各地の農業試験場あるいは大学機関などで個別に行われてきた。こうした観測データは、単独で公開されているものはあるものの、統合的に集められることがなく、多くは閉却されるか四散の瀬戸際にある。筆者らは、2010年よりこれらのデータを保有する機関やその現状の把握を進めてきた。ここでは、国内での地温・凍結深観測データの所在と収集の現状と、整備・公開に向けた活動の状況を報告する。

キーワード：地温，凍結深，国内観測データ，データ発掘，データベース

Key words: soil temperature, frost depth, domestic observation data, data mining, database

1. 序

地表面下の熱的状況（地温分布，土壤の凍結・融解状況）は，高地や高緯度の寒冷圏のみならず亜熱帯から亜寒帯に属する日本国内の陸域においても重要な気候指標であり，農業，土木など経済社会活動に対しても重要な情報である。土壤の熱的・水文的な条件は，当該地の気候のみならず生態・植生を含めた環境条件を規定する要因となり，一方で変動する気候によって影響を受ける。日本国内で地下の熱的状況が過去にどのような変化を示してきたのかを知ることは，現在の状況を理解する上で必須であり，また気候・環境の将来予測において重要な基底条件を与える。

従来，国内において様々な研究・試験機関や民

間企業によって地温や土壤凍結深の測定が，種々の基準，方法，頻度でなされてきた。気温や降水量のような気象要素に対しては気象台・気象庁が第一義的且つ統括的に長期間の観測を実施し，データを収集，蓄積してきた。一方，地表面以下の地温や凍結深度については，観測はなされても，その収集や整備を継続的に行う努力はなされなかった。それには，以下のような理由が考えられる。対応する明確な担当組織・機関がなかったこと，空間代表性が著しく小さく不均一性が高いこと，目的によって方法や頻度が異なるため統一的な観測・収集がなされなかったこと，などである。

しかしながら，当初に述べたような指標，データとしての重要性や，貴重・稀少な測定データが散逸してしまう可能性を鑑みるに，国内の地温や土壤凍結深データをできる限り発掘・収集し，オープンアクセスな形で公開することが必要であると考えた。そこで，ここにその趣旨を表明するとともに，観測データの所在と現状の調査や収集・整備の方法，およびそれを行う体制の構築について報告し，関連する情報や意見を広く収集したい。

1 海洋研究開発機構地球環境変動領域
〒236-0001 横浜市金沢区昭和町 3173-25

2 三重大学大学院生物資源研究科
〒514-8507 津市栗真町屋町 1577

3 帯広畜産大学地域環境学研究部門
〒080-8555 帯広市稲田町西 2-11

* 連絡先

2. 地温データを必要とする一状況

Saito *et al.* (2009) は、最終氷期最盛期から現在にいたる全球的な凍土分布の変動を推定・評価するために、第II期古気候モデル相互比較 (PMIP2: Braconnot *et al.*, 2007) に参加した全球気候モデル (GCM) の出力を用いて最終氷期最盛期 (LGM, 21000年前), 完新世気候最適期 (6000年前), 近代化以前の各期間について全球規模の推定を行った。ただし、GCM 出力の水平解像度が格子間隔 280km またはそれ以上であったため、凍土分布もその空間規模でしか評価ができないこと、また解像された標高が平滑化されるため山岳域での計算に温暖バイアスが見られることなどの欠点があった。

齊藤 (2011) は、デジタル標高モデル (DEM) GTOPO30 を利用し、標高による温度減率を勘案して温度分布をダウンスケールすることで近代化以前および最終氷期最盛期における凍土の潜在的な水平分布をより細かな空間規模で評価することを試みた。結果の永久凍土の分布状況を現況 (Brown *et al.*, 1997) および過去の再現図 (日本第四紀学会篇, 1987; Ono, 1991) と比較することで結果の妥当性を確認した。しかし、さらに詳細な地理的対応や、霜柱が立つ日が数日あるというような状況に対応する短期の凍土 (intermittently-frozen ground) については、現在の状況に対して十分に比較・評価できる地温データ、地温分布図を見つけることができなかった。例えば、図1は気象庁メッシュ気候値2000の年平均気温 (月気候値) を利用して、齊藤 (2011) と同様の方法で推定した凍土の分布図である。こうした推定値を検証する総合的なデータベースの構築が必要といえる。

3. データの収集と整備・公開

3.1 現在入手可能なデータ

本試みの現況は、どのようなデータがどのような方法によって収集、公開されているのかを調査し始めた段階である。現在までに入手したデータは非常に限られたものである。一例として、1930年代から1970年までの各地気象官署における地温の測定値の月平均値を示した農林水産省・気象庁 (1982) がある。これは稚内から石垣島まで全国61箇所の気象官署を網羅し、1930年代からの

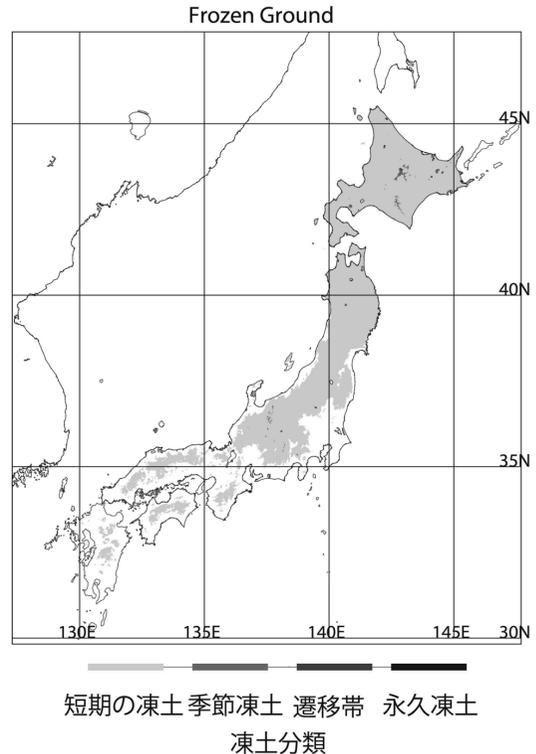


図1 気象庁メッシュ気候値2000の年平均気温 (月気候値) を用い、Saito *et al.* (2009) の手法で推定した現気候における日本列島の潜在凍土分布。永久凍土、遷移帯、季節凍土、短期の凍土を濃淡で示す。

測定結果もいくつかの官署について示された貴重なものである。このデータは溝口によって電子化されている (溝口, 私信)。また独立行政法人農業環境研究所が土壤情報閲覧システムの一部として詳細な土壤温度区分図を公開している (Takata *et al.*, 2011) (2013年1月21日現在, http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/soil_db/ にて公開)。これは気象データ (気温) を基に、より詳細な土壤情報を取り込んで表層30-50cm深の土壤温度 (年気候値) の1km格子の空間解像度で分布を推定したものである。また、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 (農研機構) では、所属研究センターにおける気象観測データを農業研究気象観測ポータルで公開しており、そこには地温データも含まれている (2013年1月21日現在, <http://rmsl.agsearch.agropedia.affrc.go.jp/agriresmet/> にて

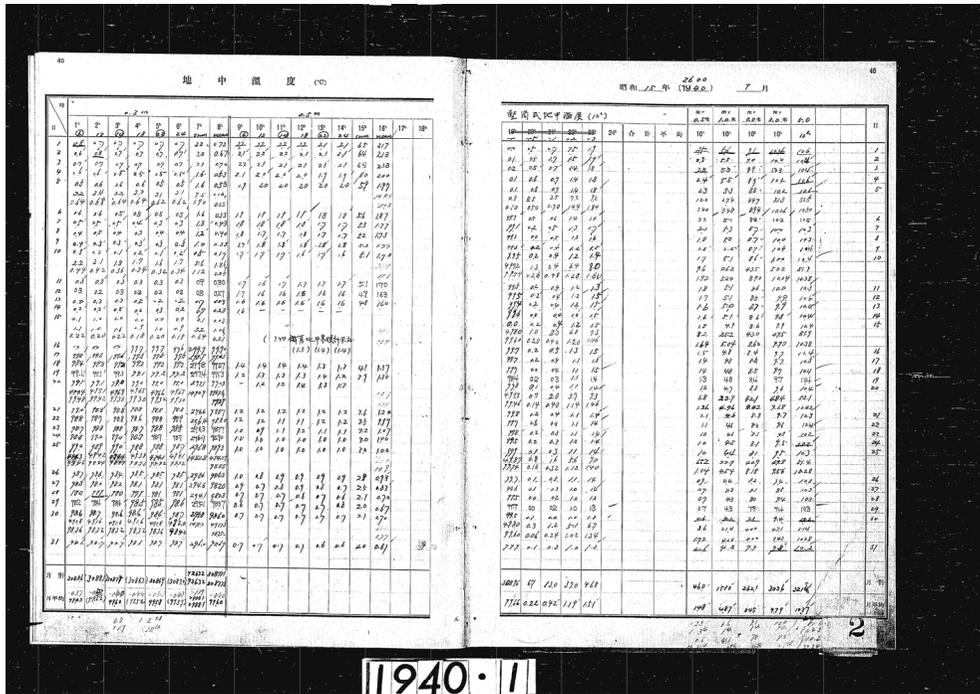


図 2 気象庁気象観測原簿より、昭和 15 年 (西暦 1940 年) 1 月札幌管区気象臺における地温測定・記録状況の例。

公開)。

これらの公開されたデータ以外にも、上記の農林水産省・気象庁 (1982) の原データである地上気象観測原簿が画像データとして公開されている (図 2)。膨大な量の貴重なデータであるが、図 2 に見るように手書きデータの画像集であり、今後の利用のためにはデータの電子化が必須である。また気象台・測候所、あるいは年代によって測定項目や回数が非常にばらついており、そのまとめは必ずしも容易ではないことが判明した (表 1)。次節で触れるように、筆者らはこの地上気象観測原簿における地温データ電子化の作業を 2012 年末より開始した。

また、地方独立行政法人北海道立総合研究機構農業研究本部において試験場によって 1910 年代から 2000 年代まで地温の観測が行われており、そのデータの詳細について台帳調査と観測値収集を現在進めている。

この他にも、森林系、治水系、土木系において頻度や深度、方法やその収集の目的はさまざまであろうが地温の測定値が存在するものと思われ、

調査を継続中である。一方、土壌の凍結深についても同様に、特に寒冷地における農学系、畜産系、工学系 (道路、鉄道ほか) の諸大学・研究機関、団体、民間企業等が観測を行ってきており、その一部は独立行政法人寒地土木研究所や北海道大学低温科学研究所などにおいて論文や報告として発表されている (例えば、伊福部, 1962; 石崎ら, 1992; 原田ら, 2009)。それら文献から数値データを収集・整理する作業も開始している。

筆者らの管見した所では、以上が国内における地温・凍結深データに関する現状であり、組織立った活動は上記に記したものの以外には探せなかった。しかしながら、収集漏れや不正確な理解もあろうと思われるので、ここに学会員のみならず広範な分野から情報をお寄せいただけるようお願いする次第である。

3.2 データの整備と公開

データを収集することがまずは必要であり、そこから始めなければならない。一方で、収集した後どこにそのデータを蓄積し、どのような方法で公開するかも事前に検討しなければならない。

表 1 気象庁(当時, 気象臺)による昭和15年の盛岡, 帯広, 札幌における, 月ごと, 時間帯ごとの地温観測状況(村治能孝博士, 株式会社エナジシアリング, によるまとめを基に作成)

盛岡	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最低*		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6時		A, E											
10時		B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
14時		A, E											
22時		A, E											

帯広	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最低*		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6時		-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	F	F ^a
10時		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C, F	C, F
14時		-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	F	F ^a
22時		-	-	-	-	D	D	D	D	D	D	F	F ^a

札幌	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最低*		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6時		H	H	H	A	A	A	A	A	A	A	A	A
10時		C, G	C, G	C, G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
12時		H	H	H	A	A	A	A	A	A	A	A	A
14時		H	H	H	A	A	A	A	A	A	A	A	A
18時		H	H	H	A	A	A	A	A	A	A	A	A
22時		H	H	H	A	A	A	A	A	A	A	A	A
24時		H	H	H	A	A	A	A	A	A	A	A	A

*: 最低接地気温 (1日1回)
 -: 測定なし, a: 12月1日まで
 A: (曲管, 地面+0.05m+0.1m+0.2m+0.3m)
 B: (鉄管, 0.5m+1m+2m+3m+5m+10m)
 C: (鉄管, 0.5m+1m+2m+3m+5m)
 D: (曲管, 砂面+地面+0.05m+0.1m+0.2m+0.3m)
 E: (鉄管, 0.3m)
 F: (曲管, 砂面+地面)
 G: (堅筒式地中温度計, 地面+0.05m+0.1m+0.2m+0.3m)
 H: (曲管, 地面+0.05m+0.1m+0.2m+0.3m+0.5m)

公開前にはデータの品質チェックが必要となる。また、測定値に加え測定状況等の情報を記述したメタデータは地温・凍結深データの利用・解析の際に重要である。こうしたメタデータの作成・管理も重要であろう。

以上のような作業は個人ベースでは限界があり、何らかの組織化が必要となる。2012年度より筆者らは、日本雪氷学会の凍土分科会の後援を受

け、これらデータを一括的に電子化し、また公開することで、貴重なデータの散逸を防ぐとともに、地温・凍結深データを必要とする国内外の研究者に広く提供することを目的として「日本国内地温・凍結深データベース作成委員会」を立ち上げ、その作業を開始した。これは、平成25年度の科学研究費補助金(研究成果公開促進費)として採択されており、また国際的な地温・凍結深データ

ネットワーク (国際永久凍土学会が運営する Global Terrestrial Network on Permafrost : GTN-P) に直接あるいは間接的に貢献することにもなる。

データの収集・整備の方針や今後の組織の運営についての具体化を測ることが現在の課題である。今後も継続的に活動していくつもりであるので、上記の趣旨をご理解いただき、多くのデータが有意義に使われるようご協力をお願いする。データベースにご提供いただける観測データをお持ちの方は、筆者らを通して「国内地温・凍結深データベース作成委員会」にご連絡いただきたい。また、これから地温や凍結深に関する観測を始めようと考えておられる方々、連携していきましょう。

謝 辞

データの調査・収集、またデータベース構築のための日本国内地温・凍結深データベース作成委員会の準備に関し以下の方の助言・協力をいただいた。ここに謝意を表し、また今後引続いての協力をお願いしたい：溝口 勝博士 (東京大学)、萩野谷成徳博士 (気象研究所)、広田知良博士 (農研機構)、桑形恒男博士 (農業環境技術研究所)、矢吹裕伯博士 (海洋研究開発機構)、赤川 敏博士 (低温圏工学研究所)、曾根敏雄博士 (北海道大学)、原田敏一郎博士 (宮城大学)。

文 献

Braconnot, P., B. Otto-Bliesner, S. Harrison, S. Joussaume, J.-Y. Peterchmitt, A. Abe-Ouchi, M. Crucifix, E. Driesschaert, Th. Fichefet, C. D. Hewitt, M. Kageyama,

- A. Kitoh, A. Laine, M.-F. Loutre, O. Marti, U. Merkel, G. Ramstein, P. Valdes, S. L. Weber, Y. Yu, and Y. Zhao, 2007: Results of PMIP2 coupled simulations of the Mid-Holocene and Last Glacial Maximum - Part 1: experiments and large-scale features. *Climate of the Past*, **3**, 261-277.
- Brown, J., O. J. Ferrins Jr., J. A. Heginbottom, and E. S. Melnikov, 1997: Circum-Arctic map of permafrost and ground-ice conditions. *Geological Survey for the International Permafrost Association, 1:10,000,000, U.S. Geological Survey, Circum-Pac. Map*, CP-45.
- 原田祐介, 土屋富士夫, 武田一夫, 宗岡寿美, 2009: 長期観測に基づく積雪下の土の凍結融解特性. 雪氷, **71**, 241-251.
- 伊福部宗夫, 1962: 北海道における道路の凍上・凍結深さおよび置換率に関する研究. 土木研究所報告 26 号, 74 pp.
- 石崎武志, 福田正己, 原田敏一郎, 鳥田宏行, 1992: 苫小牧における凍上観測 (1982-91 年冬期). 低温科学, 物理篇, 資料集, **50**, 73-92.
- 日本第四紀学会編, 1987: 日本第四紀地図 解説書および付図. 東京大学出版会, 119 pp.
- 農林水産省, 気象庁, 1982: 地中温度等に関する資料. 290 pp.
- Ono, Y., 1991: Glacial and Periglacial Paleoenvironments in the Japanese Islands. *The Quaternary Research*, **30**, 203-211.
- 斉藤和之, 2011: 第四紀後期の永久凍土動態 III 一北東アジアと日本列島での潜在的分布一. 雪氷研究大会 (2011・長岡) 講演要旨集, 241.
- Saito, K., S. Marchenko, V. Romanovsky, N. Bigelow, K. Yoshikawa, and J. Walsh, 2009: Thermally-Conditioned Paleo-permafrost Variations from Global Climate Modeling. *SOLA*, **5**, 101-104, doi: 10.2151/sola.2009-026.
- Takata, Y., T. Kuwagata, K. Kohyama, and H. Obara, 2011: Delineation of Japanese soil temperature regime map. *Soil Science and Plant Nutrition*, **57** (2), 294-302. doi:10.1080/00380768.2011.568372.

Collection and archiving of historical domestic soil temperature and frost depth data

Kazuyuki SAITO^{1*}, Tetsuo SUEYOSHI¹, Kunio WATANABE² and Kazuo TAKEDA³

¹ *Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and
Technology, 3173-25 Syowamachi, Kanazawaku, Yokohama, 236-0001*

² *Graduate School of Bioresources, Mie University, 1577 Kurimamachiya, Tsu, 514-8507*

³ *Department of Agro-Environmental Sciences, Obihiro University of Agriculture
and Veterinary Medicine, 2-11 Inadacho Nishi, Obihiro, 080-8555*

* *Corresponding author*

(2013 年 1 月 21 日受付, 2013 年 2 月 25 日改稿受付, 2013 年 7 月 12 日受理)