

全国の大学演習林をむすぶ気象観測・公開システムの開発

高木正博^{*1}・森山聡之²

高木正博・森山聡之：全国の大学演習林をむすぶ気象観測・公開システムの開発 日林誌 89: 336~339, 2007 森林科学などの野外科学では、研究が行われた状況の基礎情報として、また時には研究対象となる現象の説明要因として、気象データは欠かせない。特に長期・広域比較生態系研究においては研究遂行上のインフラであり、各研究施設や試験地の気象観測データを使いやすい形で統一的に提供しうる公開システムの整備が望ましい。そこで、1) 各組織の観測データの統一的な公開システムの提供、2) 過去データが検索可能なデータベースの構築、3) 研究者や観測者への公開システムの提供、4) 観測データの品質管理、を目的として「全国森林気象データベース」を開発した。現在、XML データベースの採用およびデータ整形の一元自動化により、1 から 3 までの目的を達成でき運用を開始している。今後は観測データの品質管理などが課題である。

キーワード：XML, 気象観測, 大学演習林, データベース

Takagi, T. and Moriyama, T. : **Development of a Meteorological Database System for University Forests in Japan.** *J. Jpn. For. Soc.* 89: 336~339, 2007 Meteorological data is necessary for long-term ecological research. A readily accessible database of meteorological data observed at individual facilities and study sites would assist researchers. The authors have been setting up the Japanese Forest Meteorology Database since 2004 in order to 1) disclose data observed in several universities forests in uniform format, 2) develop a database system capable of searching archived data, 3) provide the database system for researchers, and 4) control the quality of the observed data. The first, second and third objectives are realized with the XML database and an automated data make up system. The fourth objective is, however, the task to achieve from this time forward.

Key words: database, meteorological observation, university forests, XML

I. はじめに

本稿の目的は、長期・広域比較生態系研究における気象観測・公開システムの重要性を示すとともに、全国大学演習林協議会の下に設置された LTFHR (Long-Term Forest Hydrological Research) データベース運営委員会によって開発し運営されている「全国森林気象データベース」について紹介し、今後の課題について検討を加えることである。

森林科学、森林生態学、森林水文学、森林立地学といった野外科学では、研究が行われた状況の基礎情報として、また時には研究対象となる現象の説明要因として、気象観測データは欠かせないものである。とくにこれらの分野における長期・広域比較生態系研究においては、現象を長期観測する際には連続性のある気象観測データが求められ、また現象の広域比較を行う際には一貫性のあるデータ形式と品質管理のなされた観測値が整備されていることが望ましい (Michener *et al.*, 2001; 柴田, 2001)。さらに気象観測測器の中にはたとえば湿度計のように基本的なメカニズムが技術の進歩とともに更新されていくものがあり、長期観測を続けていくうえで新しい技術を採用した測器に変更する際には更新前の測器とは異なる観測値を示すことを

保証する必要がある。日本のように世界的にみて比較的狭い面積に対して、亜寒帯から亜熱帯、海岸から高山、太平洋側と日本海側といったように環境傾度の大きい地域では、生態系間の比較研究を行う際には比較可能な信頼できる気象観測データが必要不可欠である。また研究を実施しとりまとめる段階だけでなく、研究計画を立案する段階でも試験対象地の基礎情報として気象観測データが容易に入手できることが望ましい。

II. 気象観測・公開システムの開発の背景

このような長期・広域比較生態系研究に資するための気象観測データにおける連続性、信頼性、利用のしやすさを満たすためには、各研究施設や試験地で観測されている気象観測データを統一的に提供しうる気象観測・公開システムが整備されることが望ましいと考える。

各研究施設での気象観測は、たとえば大学演習林のように長い歴史もあり組織的に行われかつデータ公開も積極的に行われている例もある (東京大学大学院農学生命科学研究科附属科学の森教育研究センター <http://www.uf.a.u-tokyo.ac.jp/>)。しかしこのような各組織単位では完成度の高い気象観測データでも各組織間で比較しようとする際に

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: mtakagi@cc.miyazaki-u.ac.jp

¹ 宮崎大学農学部 (889-1702 宮崎市田野町乙 11300)

Faculty of Agriculture, Miyazaki University, 11300 Otsu, Tano-cho, Miyazaki 889-1702, Japan.

² 崇城大学工学部 (860-0082 熊本市池田 4-22-1)

Faculty of Engineering, Sojo University, 4-22-1 Ikeda, Kumamoto 860-0082, Japan.

(2006年12月28日受付; 2007年3月31日受理)

は、形式が異なっていたり、それぞれの組織ごとに入手の手間がかかったりといった不便さがある。長期・広域比較生態系研究が先行しているアメリカ合衆国では、同様の問題意識にもとづき 1990 年代後半から森林科学や生態学の研究サイトの気象データを統一的に収集および公開するシステムが開発されている (Greenland, 1997)。国内では農業気象の分野において、気象観測データ公開システムごとの形式の違いをなくし統一的にデータを提供することを目的として、MetBroker という気象データ利用仲介システムが開発されており、海外も含め国内では自治体や県立農業試験場などの気象観測データ公開システムが登録されている (二宮ら, 2003)。ただしこの MetBroker は観測データをシュミレーションモデルに取り込むインターフェースの提供を目的としており、観測値の検索可能なデータベースが Web 上で提供されているわけではない。国内における気象観測・公開システムとして、気象庁のアメダス (Automated Meteorological Data Acquisition System) が約 1,500 地点での気象観測を行っている。しかし森林科学の研究では商用電源のない山地で行われることが多く、研究者自身による気象観測が必要とされる場合もある。このような場合の気象観測は、必ずしも森林気象・農業気象の専門家によって行われるとは限らないので、データの品質管理や公開にまで十分な労力をかけられないのが実状である。

よって日本国内における長期・広域比較生態系研究に資する気象観測・公開システムが備えている条件、すなわち達成すべき課題として、1) 各組織の観測データの統一的な公開システムの開発、2) 過去の観測値が検索可能なデータベースの構築、3) 研究者および観測者がオープンに利用できるデータ公開システムの提供、4) 観測データの品質管理、の 4 項目が挙げられると考える。

III. 「全国森林気象データベース」の概要

そこで筆者らは、これらの課題に対応すべく、LTFHR データベース運営委員会の活動の一環として「全国森林気象データベース」を開発し、2004 年 7 月から運用している。

全国森林気象データベースは、XML (eXtensible Markup Language) データベースを採用している。XML とはデータおよびデータ構造を表現する手段であり、データ (観測値) をデータに関する情報とともにテキスト形式ファイル (XML ファイル) に保存するマークアップ言語の一種である。データは、データの情報を定義しているタグ (<>) で囲まれる。リレーショナルデータベースに比べ、あらかじめ格納するデータの構造を設計する必要がないために柔軟なデータベース構築が可能な点が異なる。そのため格納しているデータの可搬性 (データベース間でのやりとり) が高く、また XML に関する既存の多くのツールやライブラリを利用することができる。図-1 に本データベースの XML ファイルの例を示す。各観測値は、その値が何の気象要素であるかを示すタグで囲まれる。日時

```
<KADEC>
<KADECOne>
<No>00001</No>
<Date>2004-02-17T00:10:00+0900</Date>
<WSa>+0016.9</WSa>
<WDa>+00191</WDa>
<WSm>+0047.6</WSm>
<WDm>+00026</WDm>
<ToWSm>2004-02-17T00:09:57+0900</ToWSm>
<Ta>-015.11</Ta>
<RH>+0088.2</RH>
<P>+0000.0</P>
<Rg>+00.000</Rg>
</KADECOne>
</KADEC>
```

図-1. XML ファイルの例

サイト番号が 00001 番のサイトにおいて、気象観測装置として KADEC (コーナシステム (株)) を用いて 2004 年 2 月 17 日 0 時 10 分に測定されたデータ。各観測値はその気象要素名のタグ (<>) で囲まれている。

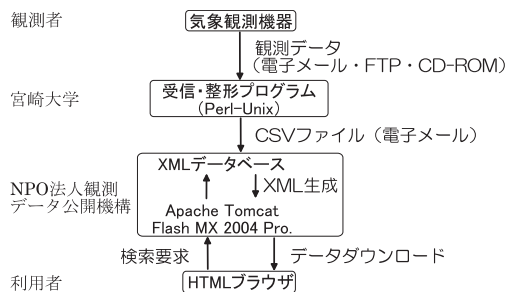


図-2. 「全国森林気象データベース」におけるデータの流れ

は<DATA>タグで、観測サイトの番号は<No>タグで囲まれる。また観測測器として KADEC シリーズ (コーナシステム (株)) を採用している観測サイトのデータは<KADEC>タグで囲まれる。

本データベースシステムで XML データベースを採用することの利点は、データの構造が柔軟なために多くの大学演習林の気象データに対応できる点である。各大学演習林において観測されている気象要素はさまざまである。また今後新規に参加する大学演習林に対してもデータベースの基本設計を変更することなく容易に対応可能である。

データの観測から収集、公開までの流れを以下に示す (図-2)。各大学演習林で観測された気象データは宮崎大学 田野フィールド (演習林) にオンライン (電子メール添付, FTP) もしくはオフライン (CD-ROM) などで CSV 形式で送られる。宮崎大学では Perl で組まれた UNIX 上のプログラムにより自動的に受信し整形 (気象要素を示すヘッダの添付や日時の表示形式の統一) が行われる。その後、NPO 法人観測データ公開機構 (<http://www.nposerver.com/>) に 1 日 1 回送られ、CSV 形式から XML ファイルに変換され XML データベースに格納される。格納されたデータは Apache Tomcat (<http://tomcat.apache.org/>) を

Site		Year	Month	Day	Buttons	
Tano		2006	12	4	Get Data	Get Graph

No	date	time	WSa	WDa	WSm	WDm	ToWSm	Ta	RH	P	Rg
02201	2006-12-04	01:00:00	0	273	1.5	265	00:6:00	2.6	74.8	0	0
02201	2006-12-04	02:00:00	0	255	1.5	186	1:25:00	2.5	74.2	0	0
02201	2006-12-04	03:00:00	0	0	2.2	311	2:29:00	2.9	73.9	0	0
02201	2006-12-04	04:00:00	0	290	1.5	269	3:09:00	2.8	70.5	0	0
02201	2006-12-04	05:00:00	0	309	2.2	282	4:01:00	3	67.7	0	0
02201	2006-12-04	06:00:00	1.3	325	1.5	329	5:03:00	2.8	70.2	0	0
02201	2006-12-04	07:00:00	0.9	300	4.5	277	6:59:00	2.6	72.4	0	0
02201	2006-12-04	08:00:00	2	264	3	302	7:01:00	4.6	64	0	0.23
02201	2006-12-04	09:00:00	1.4	232	3.8	291	8:47:00	6.8	52.5	0	0.9
02201	2006-12-04	10:00:00	1.5	298	5.2	287	9:56:00	7.2	47.2	0	1.49
02201	2006-12-04	11:00:00	2.8	246	5.2	283	10:59:00	8	42	0	2.01
02201	2006-12-04	12:00:00	4	264	5.2	264	11:02:00	8.5	36.1	0	2.29
02201	2006-12-04	13:00:00	0.9	203	6.8	217	12:51:00	9.6	35.4	0	2.3
02201	2006-12-04	14:00:00	2.2	265	5.2	234	13:53:00	9.7	37.3	0	2.07
02201	2006-12-04	15:00:00	0.8	221	4.5	223	14:31:00	10.1	39.8	0	1.62
02201	2006-12-04	16:00:00	0.2	252	3.8	236	15:11:00	9.8	41	0	0.98

Data Load Complete

図-3. 「全国森林気象データベース」の HTML ブラウザ上での検索結果の表示画面

図中の WSa は平均風速 (m/s) を, WDa は平均風向 (方位角) を, WSm は最大風速 (m/s) を, WDm は最大風速風向 (方位角) を, ToWSm は最大風速記録時間を, Ta は気温 (°C) を, RH は相対湿度 (%) を, P は降水量 (mm) を, Rg は日射量 (MJ/m²) を示している。

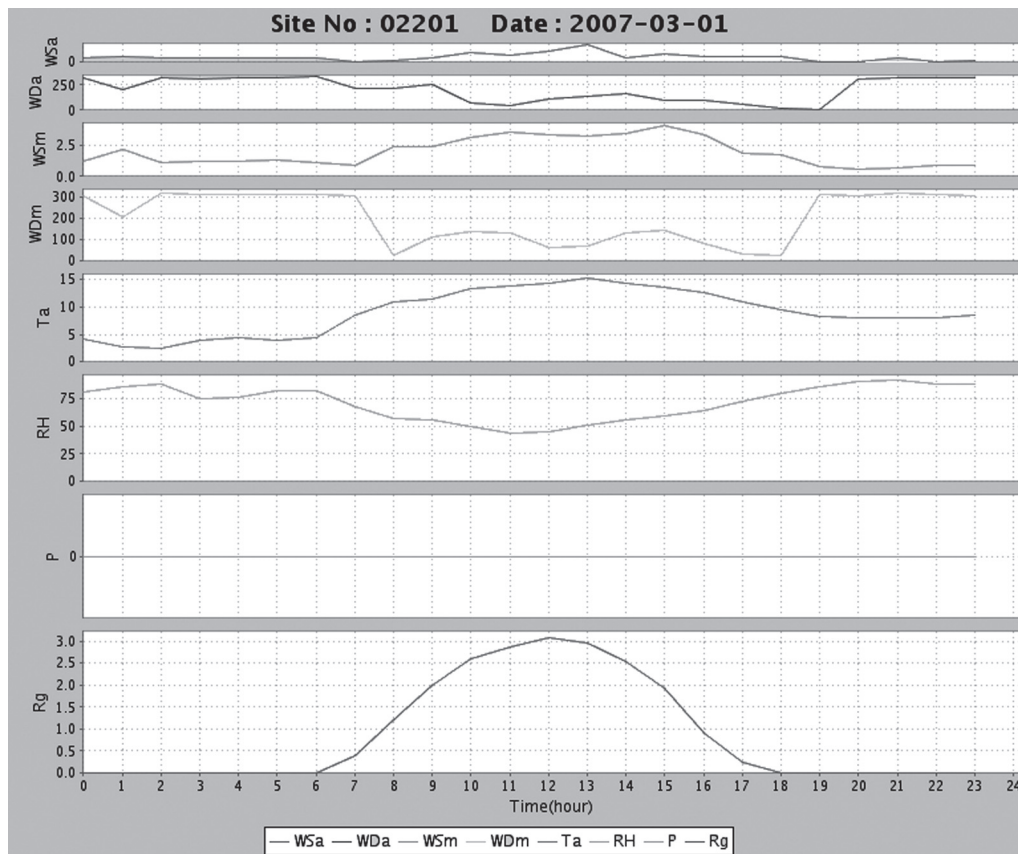


図-4. 「全国森林気象データベース」の Web ブラウザ上での検索結果グラフ表示の表示画面

図中の凡例は図-3 と同じ。

実装した Web サーバーにより Web クライアント側 (HTML ブラウザ) の検索要求に対応して動的に XML が生成され, HTML ブラウザ上に表示される。XML ファイルは表示形式の情報をもたないために, どの大学演習林の観測データであっても通常の HTML ブラウザを用いて統一の形式

で閲覧可能である。また Web サーバー側に Macromedia 社の Flash MX 2004 professional を実装することにより, HTML ブラウザに通常 (プラグインとして) 実装されている Flash により過去の観測データも含めてグラフ形式で表示可能とした。現在, この全国森林気象データベースは

<http://ns2.civil.ac/ltfhr/find.jsp> で公開されている。表示結果の一例を図-3 に、グラフでの表示結果を図-4 に示す。現時点では、観測気象要素や時間間隔は各大学演習林で集計されているものをそのまま表示しているため、これらは必ずしも統一されていない。ただし、観測要素として最低限どの大学演習林でも気温と雨量が、また時間間隔として多くの大学演習林で毎正時のデータが掲載されている。2007年3月の時点で前述の URL 上で公開されている大学演習林の数は三つであるが、NPO 法人観測データ公開機構の XML データベースには 19 の大学演習林のデータが定期的に送付され格納されており、公開の準備を行っている。

この全国森林気象データベースの開発および運営により、前述の四つの課題のうち三つに対応できたと考えている。すなわち、Perl-UNIX 上での一元的なデータの収集と整形および XML データベースの採用による、1) 各組織の観測データの統一的な公開システムの開発、XML データベースと Apache Tomcat および Flash MX 2004 professional の実装による、2) 過去の観測値が検索可能なデータベースの構築である。また現在、この XML データベースは気象データのみに対応しているが、NPO 法人観測データ公開機構は今後、生態学、水文学や環境科学の分野で収集される各種のデータに対応していく予定であり、それにより、3) 研究者および観測者に対するデータ公開システムの提供も可能となる。研究者は公開がふさわしいと考えるデータの公開を安価に同機構に依頼することにより、公開するための手段を自ら運用する労力から開放され、データの収集、解析に専念できることとなる。

なお、全国森林気象データベースの閲覧および利用に際しては、LTFHR データベース運営委員会によって定められた利用規約 (<http://www.fsc.miyazaki-u.ac.jp/ltfhr/>) に同意する必要がある。

IV. おわりに

前述の全国森林気象データベースの四つの課題のうち、4) 観測データの品質管理、が今後対応すべき課題として残されている。さらにそのほか、長期・広域比較生態系研究における気象観測において検討および対応が望ましいと考える二つの事柄とあわせて以下に示す。

1. 観測データの品質管理

自動観測システムでは、観測測器そのものの異常だけでなく、データの伝送経路上で障害が発生することもある。「気象観測の手引き」(気象庁, 1998) には、気象観測データの品質管理として大きく二つ、すなわち一観測所で行えるものと他観測所との比較によるものが示されている。前者は時系列上で、後者は空間的に観測データを比較することにより異常値を検出する手法であり、ともにデータ収集システムに組み込み即時的に品質管理を行えるものが多

い。これらの手法を組み込んでいくことが全国森林気象データベースの今後の対応課題である。

2. 観測データの連続性の確保

前述したように、気象観測測器の中にはたとえば湿度計のように基本的なメカニズムが技術の進歩とともに更新されていくものがある。新しい技術を採用した測器に変更するには更新前の測器とは異なる観測値を示すことを保証する必要がある。また観測測器の設置場所を移動した際にも同様に連続性に配慮する必要がある。このためには、更新の際に新しい測器と一緒に古い測器も一定期間使用し、観測者が観測値の差異を確認することが望ましい。

3. 野外科学研究者の基礎知識としての位置づけ

気象観測データが長期・広域比較生態系研究におけるインフラとして位置づけられるのであれば、長期・広域比較生態系研究に携わる研究者は気象観測に関する基礎的な知識を身につけていることが望ましいと考える。野外調査における危機管理に関する知識と同様に、野外科学研究者の基礎知識として普及を図るべきであろう(牛山, 2000)。近年、観測測器自体は安価で取り扱いの容易なものが普及するようになった。それに伴い観測そのものは容易に行えるようになったが、それだからこそ、気温計の設置高さといった測器の設置の注意点などは最小限の知識として広く認知されるべきであろう。実際に気象観測を行う際には、「気象観測の手引き」(気象庁, 1998) や「森林立地調査法」(森林立地調査法編集委員会, 1999) を参照することが望ましいと考える。

「全国森林気象データベース」の構築および運営の一部は文部科学省科学研究費補助金(15208015, 18208014)の補助を受けて実施している。各大学演習林等における気象観測は多くの教職員の方々によるものである。記して感謝する。

引用文献

- Greenland, D. (1997) CLIMSTAN: Standards for Observation and Archiving of LTER Climate Data. <http://lternet.edu/community/committees/climate/climstan/standards97.html>.
- 気象庁 (1998) 気象観測の手引き. http://www.kishou.go.jp/know/kansoku_guide/tebiki.pdf.
- Michener, W.K.・Brunt, J.W.・堀 真人・Vanderbilt, K.L. (2001) 生態学インフォマティクス: Long-Term Ecological Research における展望. 日生態誌 51: 291-303.
- 二宮正士・Laurenson, M.・木浦卓治 (2003) 分散協調型農業情報システムと気象データ利用仲介ソフトウェア MetBroker. 農業及園芸 78: 175-181.
- 柴田英昭 (2001) 森林流域での Hydrobiogeochemistry におけるネットワーク研究の重要性. 日生態誌 51: 269-275.
- 森林立地調査法編集委員会 (1999) 森林立地調査法. 284 pp, 博友社, 東京.
- 牛山素行編 (2000) 身近な気象・気候調査の基礎. 195 pp, 古今書院, 東京.