



《 特集 》 東北地方で行われている研究プロジェクト(I)

気候変動適応研究推進プログラム

「東北地域のヤマセと冬季モンスーンの先進的ダウンスケール研究」

平成 22 年度 - 平成 26 年度

岩崎 俊樹 (東北大学大学院理学研究科)

1. はじめに

2010年10月より、東北の気象研究者が協力し、東北地域の重要課題であるヤマセについての共同研究を開始しました。このプロジェクトは文部科学省が推進する気候変動適応研究推進プログラム*の一部で、その趣旨にあるとおり、地域規模での気候変動適応策立案に科学的知見を提供することを目的としています。我々は、「先進的なダウンスケーリング手法の開発」および「データ同化技術の開発」の二つのテーマに参加することにしました。東北大学のほか、弘前大学、岩手県立大学、東北農業研究センターなどが参加し、気象研究所及び仙台管区気象台にご協力をお願いしています。また、各県の農業関係機関とも連携を図っています。

ヤマセに関する共同研究は、当該プログラムの始まる以前より、東北地区での研究協力の可能性を探ってきました。当該プログラムの公募に合わせ、「ダウンスケール」や「データ同化」というキーワードに沿って、計画を再編しました。しかしながら、ヤマセはもともと極めてすそ野の広い研究テーマであり、プログラムのキーワードに当てはまらない調査研究もたくさんあります。地域で幅広く連携するために、オープンな参加を前提とするヤマセ研究会を発足させました。ヤマセ研究を推進するなかで、その一部としてプロジェクトの成果も発表していきたいと考えたためです。このような趣旨をご理解いただき、ヤマセに関心のある多くの皆様に、研究会に参加していただければ幸いです。

2. ヤマセ研究の背景と目的

ヤマセは、今更言うまでもなく、東北地域で最も関心の高い気象現象の一つです。梅雨期から夏季に、北太平洋から東北地方に吹きつける冷涼な東よりの風で、しばしば冷害の原因となり、社会的・経済的にも大きな損失をもたらしてきました。最近では、1993年、2003年と、ほぼ10年に一度の割合で、深刻なヤマセの洗礼を受けています。昨年は東北も異常に暑い夏でしたが、これはむしろ例外で、東北地方の太平洋沿岸の夏の気温は、いつものところ、経年的な上昇は見られません(栗原、2004)。その理由として、ヤマセの影響の可能性が指摘され北冷西暑とも言われています。地球温暖化によって、ヤマセは将来増えるのか減るのか、東北農業にとっての大きな関心事です。

ヤマセの発生は、オホーツク海高気圧や梅雨前線などの比較的規模の大きな背景場に支配されますが、海上の薄い下層寒気は、複雑な地形に影響され、沿岸に沿って南北に吹走したり、低地に沿って内陸へと侵入します。気候モデルは一般に解像度が粗く、ヤマセ温暖化影響を直接予測することは困難です。また、短・中期気象予測においては、地形効果を反映したさらにきめの細かい情報が求められています。このため、ヤマセの予測のためには、高解像度数値モデルによるダウンスケール技術を利用することが望まれています。本研究では、第一部では、ヤマセの気候予測について、第二部では、ヤマセの短・中期気象予測について、それぞれ研究します。併せて、ダウンスケール予測を利用した農業気象情報の高度化を目指します。

*気候変動適応研修推進プログラム
<http://www.mext-isacc.jp/>

3. 計画の概要

3.1 ヤマセの気候研究

ヤマセの気候研究では、地球温暖化が東北地方の夏の気候にどのような影響を与えるのか、気候モデルの予測結果をダウンスケールすることにより調べます。また、ヤマセの信頼性の高い予測を行うために、気候モデルの精度評価とダウンスケールの性能向上のための研究を実施します。

(1) 歴史的ダウンスケールの実行と数値モデルの改良

気象庁非静力学 (JMA/MRI-NHM) モデルを利用し、この課題に合わせダウンスケールシステムを構築します。まず、再解析結果を利用して過去30年間の歴史的ダウンスケールを行います。観測データと比較して、物理過程のパラメタリゼーションを改良します。特に、ヤマセの場合、下層雲の影響 (日中の日傘効果と夜間の温室効果) が大きく、その改良が必須です。

歴史的ダウンスケールのもう一つの目的は、ヤマセの変動特性を明らかにすることです。10kmメッシュモデルによる長期ランで、いまのところ東北地方の夏が温暖化傾向を示さない理由も突き止めたいと考えています。また、1kmメッシュモデルを用いて、ヤマセの内陸への侵入などについての地域特性を明らかにします。

(2) 気候モデルのダウンスケール

気候モデルで再現された現代気候および将来予測の結果をダウンスケールし、ヤマセに対する地球温暖化の影響を調べます。いくつかの代表的な気候モデルの予測結果を選び、ダウンスケールを実施します。ヤマセ自体は、5年から10年に一度の現象であり、統計的に有意な情報を引き出すためには工夫が必要です。東北の平均的な夏はどうなるのか？昇温が顕著になるのか？それとも現在の昇温しない傾向が続くのか？ヤマセの頻度は減る

のか？増えるのか？ヤマセは強くなるのか？弱くなるのか？等々。特に、東北農業の将来を考える上で重要な情報を引き出します。

(3) 下層雲の衛星観測データの解析

ヤマセ時、低温で湿った気塊の形成には、海上下層雲が大きな役割を果たしています。このため、雲放射-雲形成フィードバックを詳細に調べ、数値モデルのパラメタリゼーションの改良に役立てます。下層雲のモデリングは豪雨にはあまり関係しないため、深い積雲対流に比べて研究は遅れています。下層雲のモデリングは、ヤマセのみならず、地上気温予想の改善につながることを期待されます。

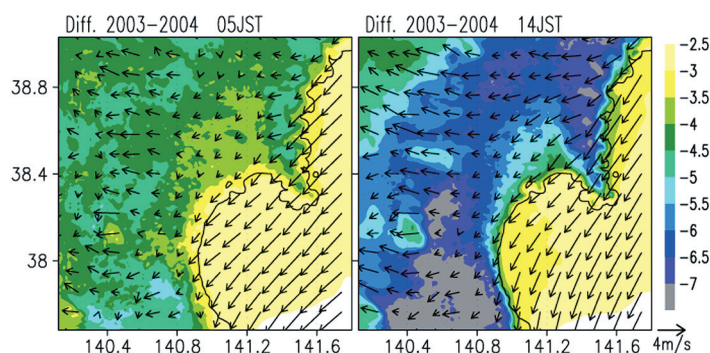
下層雲の解析では、経年変化にも注目します。下層雲の物理パラメータの年々変動はヤマセの各インデックスとの間に強い相関があり、その地球温暖化シグナルについて調べます。海上下層雲は、人為起源のエアロゾルにも影響されます。エアロゾルに起因する海上下層雲の経年変化に注目します。

(4) ヤマセの経年変化の解析とマルチ気候モデル解析

ダウンスケールによる温暖化予測精度は、境界条件として用いる気候モデルの精度に大きく依存します。とくに、ヤマセのダウンスケールの場合は、海面水温の予測精度に大きく影響されます。過去の観測データや再解析データを利用しヤマセに関わる地球温暖化シグナルを調べ、気候モデルの性能を検証します。気候モデルの予測結果については、マルチ気候モデル解析を通じて、その信頼性を調べます。また、東北農業の地球温暖化の適応策について検討します。

3.2 局地気象予測の研究

気候変動に対する農業の適応戦略の一つは、気象情報



図は、ダウンスケールシステムで再現された、地上気温および地上風の (ヤマセの被害が大きかった) 2003年7月と (暑かった) 2004年7月の1カ月平均値の差を表しています。左は、およそ日最低気温となる午前5時で、右は最高気温となる午後2時です。陸上では、下層雲が日中の昇温を妨げる (日傘効果) ため、気温差は日中に大きくなります。海洋上よりも陸上で気温差が大きいことも雲の効果といえでしょう。地域性も強く、宮城県では北東風が直接入る県南や三陸沿岸の山間地で気温差が大きい。逆に、北東風の場合に山陰となる仙台平野北部では気温差は比較的小さい。

を高度利用し、農業被害を軽減することです。本研究では、ダウンスケール予測のためのデータ同化とアンサンブルダウンスケール予測により、ヤマセの短中期予測の精度向上の可能性を調べます。また、ダウンスケール気象予測を利用するための農業気象（数値）モデルを整備し、農業気象情報を提供するための利用者インターフェースを開発します。

（1）データ同化の研究

局所アンサンブル変換カルマンフィルターを利用し、ダウンスケール予測のためのデータ同化システムを開発します。とくに、ヤマセの予測で重要な下層風と下層雲のデータ同化手法の開発に取り組みます。ダウンスケールシステムにとって重要な側面境界条件の最適化に取り組みます。

（2）アンサンブルダウンスケール予測

領域の狭いダウンスケールシステムの場合、ダウンスケールの診断的な誤差を除けば、時間の経過に伴う予測の劣化はほとんど側面境界（つまり親モデルの予測精度）で決まります。ダウンスケール予測の精度向上のためには、側面境界値のアンサンブル予報の利用が有効だと考えられます。アンサンブルダウンスケール予測システムを構築し、確率予測の有効性も調べます。

（3）農業気象情報の高度化に関する研究

ダウンスケール気象予測情報を入力とし、高精度の農業気象モデル（作物の発育や病害虫の発生などを予測する）を開発します。また、アンサンブルダウンスケール予測情

報を利用し、農業気象情報の確率表現を目指します。

（4）利用者インターフェースの開発

農業気象情報をGIS等に基づいて画像化し、パソコンや携帯電話で利用者に伝えるとともに、利用者も身近な情報を入力できる双方向システムを開発します。リアルタイムで運用し、利用者の声を聞きながら、改良を図ります。

4. おわりに

4年後には、ヤマセの地球温暖化影響について、現時点で、最も信頼できる答えを出そうと考えています。その過程で、ヤマセの変動特性と地域特性についての理解を深めます。また、下層雲の形成・放射に関する理解を深め、数値モデルを改良し、地上気象要素の診断精度の改善を図ります。これは、一般の気象予測の改善にも貢献することが期待されます。他方、データ同化やアンサンブルダウンスケールなどの実験を通じて気象予測技術の改良を図るとともに、その結果を利用した農業気象情報の利用システムの実現を図ります。どの課題も決して簡単ではありませんが、「ヤマセ」という地域に密着した対象について、ダウンスケール気象情報の高度利用を目指し、いろいろ試してみたいと考えています。

文献

栗原弘一、2004：コメント：東北地方の気候変化・変動、天気、51、801-804.

2011年度日本気象学会東北支部第1回理事会 議事録

日時：2011年5月11日（水） 16時05分～17時40分

場所：仙台管区気象台会議室（4階）

出席：藤村、青木、足立、岩崎、小川、境田、長谷川、森田、児玉、日野、松原（以上理事）、阿部（会計監査）、山崎、安田、金濱、正木（以上幹事）
（敬称略）

欠席：無し

司会：足立

【議事】

1. 新理事の補充

新理事の補充について、事務局より以下の案が提示され、承認された。

・常任理事

足立 勇士 仙台管区気象台技術部予報課主任予報官
長谷川洋平 仙台管区気象台技術部長

・地方理事

児玉 安正 弘前大学大学院准教授（理工学研究科）
松原 和正 山形地方気象台長

・事務局幹事

金濱 晋 仙台管区気象台技術部予報課調査係長

正木 孝志 仙台管区気象台技術部気候・調査課調査係

尚、全国理事について本来は理事（慣例により仙台管区気象台技術部長）を推薦していたが、今年度は、地震の影響で人事が変則的となった関係で、藤村支部長（仙台管区気象台長）を推薦した。

2. 事業等の担当理事の選任

事業等の担当理事の選任について、事務局より以下の案が提示され、承認された。

- | | |
|--|----------------------------|
| ①支部気象講演会
（2011年度岩手開催）
（2012年度山形開催） | 境田常任理事
日野地方理事
松原地方理事 |
| ②支部気象研究会 | 足立常任理事 |
| ③東北支部だより | 児玉地方理事 |
| ④支部独自活動 | 青木常任理事 |
| ⑤支部事務局 | 足立常任理事 |
| ⑥会計監査 | 阿部会計監査 |

3. 2010年度会計報告

支部一般会計及び支部独自活動会計について、事務局

から説明があった。

4. 2010年度会計監査報告

議案の通り、承認された。

5. 2011年度事業計画及び予算

(1) 事業計画

1) 支部気象講演会

2011年度支部気象講演会について、開催担当である盛岡地方気象台の日野理事より要旨次の発言がなされた。

「震災で環境が大きく変わった今、果たして岩手県で開催して良いものだろうか。実施するとなると農業関係が落ち着く11月くらいを考えており、会場や講師は未定だが、下調べはしている。盛岡地方気象台では、ここ5年ほど県、NPOと連携し地球温暖化問題の啓発活動を実施しているので、抱き合わせでの開催も検討している。また、岩手だとヤマセに関心が高いので、この間実施されたヤマセ研究会の成果を還元するものにできないかとも考えていた。」

これに対して複数の理事から、今年度も気象講演会を支部として開催すべきであり、開催地については岩手県でよいのではないかとの意見が出された。いくつかのやりとりの中で岩手県での開催に反対する意見はなく、2011年度は岩手県で秋以降に開催することを理事会として確認した。

2) 東北支部気象研究会

例年11月くらいに仙台管区気象台の調査研究会

に併せて開催の2日目の午後に開催予定。

3) 東北支部だより

年3回発行(第70、71、72号)の予定。

4) 支部理事会

第1回 2011年5月11日

第2回 2012年3月予定

5) 支部独自活動

サイエンスカフェを秋頃に仙台市で開催する予定。昨年は仙台市科学館で実施。場所も含めこれから関係者で打合せ等を行い詰めていく予定。

6) 日本気象学会奨励賞などへの推薦

理事会と事務局で検討し、選考する。

(2) 2011年度予算

議案の通り。

6. その他

(1) 全国理事会報告

岩崎理事より配布資料に沿って説明があった。

(2) 支部幹事の指名(支部細則第13条による)

議案の通り指名、承認された。

(3) 2013年度秋季大会について

2013年度秋季大会は仙台開催ということで、準備を始める。前回に引き続き、国際センターを第一候補に検討する。実行委員会を立ち上げて打合せをすることとなった。気象台の実行委員は、足立、金濱、正木の3名。

(4) 事務局から

議案の通り、承認された。

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震に被災された会員の年会費免除について

本年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、多くの方々の生命を奪ったばかりでなく、家屋の損壊や流失等の大きな災害をもたらしました。

日本気象学会ではこれらの災害を受け困難な状況にある会員の方々が、今後も学会活動を続けられるよう、僅かな支援ではありますが、2012年会費の納入を免除することといたします。

なお、気象研究ノートや予稿集の定期購読分の代金については、免除の対象とはなりません。

(1) 年会費免除の対象となる会員

以下の①又は②のいずれかが年会費の免除の対象となる会員です。

①住居又は勤務地が災害救助法適用地域(ただし、東京都は除く)にあり、実際に被災した会員(災害救助法適用地域は気象学会HPに掲載)、②生計を一にする親族が上記の適用地域に居住し被災した会員

(2) 申請書の提出

年会費免除を申請する会員は申請書(気象学会HPに掲載)を提出して下さい。

①被災状況について

申請書の「被災状況」の欄には、可能な範囲で具体的にお書き下さい。

②被災証明について

申請書の「確認」の欄には、所属機関の上司、指導教官又は地域の区長等に署名捺印をいただいて下さい(市町村の公的な罹災証明書があれば、その写しを添付していただければ確認欄は未記入で結構です)。

③申請期限

2012年会費請求事の都合により、2011年11月10日(木)といたします。

④申請書の提出

郵便で気象学会事務局へ送付して下さい。なお、ご不明な点は学会事務局へお尋ね下さい。

〒100-0004

東京都千代田区大手町1-3-4 気象庁内

日本気象学会事務局

TEL: 03-3216-4403 FAX: 03-3216-4401

E-Mail: jmetsec@blue.ocn.ne.jp

気象学会HPアドレス

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震に被災された会員の年会費免除について」

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/msj/others/News/kaihimenjo.pdf>

気象台予報業務の震災対応

阿部 仁 (仙台管区気象台)

3月11日14時46分頃に発生した東北地方太平洋沖地震は、宮城県栗原市で震度7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県で震度6強など広い範囲で強い揺れを観測し、太平洋沿岸を中心に高い津波を観測し、特に東北地方から関東地方の太平洋沿岸では大きな被害がありました。犠牲になられた方々に謹んで哀悼の意を表します。被災された皆様には心からお見舞いを申し上げます。

震災当日、仙台市宮城野区の仙台管区気象台が入居する仙台第三合同庁舎も大きく揺れ商用電源も断となりましたが、2年程前に免震構造に改築してあり非常用電源に自動的に切り替わったことで庁舎内の観測機器や予報作業システムへの影響はほとんどありませんでした。仙台市内も震災直後からライフラインや公共交通機関が停止しましたが、仙台管区気象台では業務遂行の要員を確保し、一致結束して業務を継続し、防災気象情報を発信し続けました。

その後も余震が岩手県沖から茨城県沖の広い領域で発生し、4月7日にも仙台市内で震度6強を観測した宮城県沖の地震がありました。

あれから3ヶ月半が経過しましたが、ここでは、東北地方太平洋沖地震に伴う仙台管区気象台の予報業務を中心にその震災対応を紹介します。

1. 大雨、洪水警報・注意報の暫定基準による運用

3月11日14時46分頃に発生した東北地方太平洋沖地震及び4月7日23時32分頃に発生した宮城県沖を震源とする地震の揺れで、地盤が脆弱になっている可能性が高く、雨による土砂災害の危険性が通常より高まっていると考えられることから、現在、震度5強以上を観測し

た市町村では、大雨警報・注意報の土壌雨量指数基準を通常基準より6～8割に暫定的に引き上げて運用しています。

また、東北地方太平洋沖地震による地震災害や津波により、堤防などの河川管理施設や排水施設の損傷等及び地盤沈下の影響で、水害や浸水害発生のおそれが通常よりも高まっていると考えられる地域については、洪水警報・注意報の流域雨量指数基準及び大雨、洪水警報・注意報の雨量基準を暫定的に引き上げて運用しています。

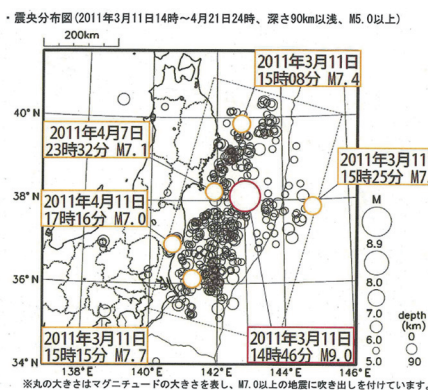
2. 復旧・復興担当者、被災者向けの気象情報の提供

東日本大震災の復旧・復興活動や被災された方の避難所等での生活に気象情報を有効に利用いただくため、気象庁ホームページに東日本大震災関連ポータルサイト (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/jishin-portal.html>) を開設しています。ここでは青森県から千葉県までの太平洋側の101の市町村を対象として、市町村ごとに復旧作業等に必要な気象情報や潮位情報を一枚にまとめた資料の提供を行っています。また、輸送支援として道路・空港・港湾の観測・予測資料なども提供しています。このほか、福島第一・第二原子力発電所付近の気象状況も掲載しています。

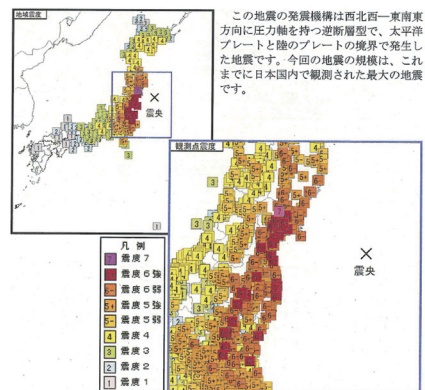
3. 地盤沈下に伴う大潮時期の浸水や冠水への注意—毎時潮位カレンダーを提供—

東北地方太平洋沖地震により、東北地方から関東地方北部にかけての太平洋沿岸で地盤が大きく沈下したため、特に満潮時の潮位が高くなる大潮の時期に、海岸や河口付近の低地で浸水や冠水のおそれが地震前より高ま

余震の活動状況 (速報)



震度の状況



り、地盤沈下の大きな地域に対しては高潮注意報で注意を呼びかけています。夏から秋にかけては、海水温が高くなるなどの影響で潮位が年間で最も高くなります。岩手県から茨城県にかけての沿岸では、天文潮位で見た場合、6月初めの大潮の満潮の潮位に比べて、7～8月の大潮の満潮の潮位は約20cm高くなる見込みです。さらに、台風や低気圧が接近すると実際の潮位が天文潮位より高くなるがあるので一層の注意が必要である旨呼びかけ、被災者・復旧担当者支援のために、地盤が沈下した地域を対象とした毎時潮位カレンダーを気象庁ホームページ東日本大震災関連ポータルサイトの高潮関連情報 (http://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/tide/takashio_portal.html) の中で提供しています。

4. 新たな気象情報の発信

・降水ナウキャスト等の携帯電話での閲覧

復旧・復興事業等での野外活動を行う方々の安全対策等として、携帯電話でも今後の気象の見通しが閲覧でき

るように、6月15日から国土交通省防災情報センターの携帯電話向けページで、降水ナウキャスト等のコンテンツが閲覧できるようになりました。

・新たな「高温注意情報」の発表開始と熱中症対策に関する気象情報の拡充

この夏、広く節電の取り組みがなされる中で、熱中症への注意を呼びかけるため、7月13日から、予想最高気温に基づく高温注意情報の発表をはじめるとともに、異常天候早期警戒情報、気象庁ホームページなど既存の情報の内容を充実させます。

5. 終わりに

これらのほか、県や政府の災害対策本部等に支援資料を提供するとともに本部会議等に職員を派遣して気象解説を行っています。また、仙台管区気象台予報課には本庁や全国の管区気象台等からの広域応援を得て「東日本大震災復旧・復興対応気象支援班」を設置し、防災関係機関に対して気象支援資料の提供や解説等を行っています。

復旧担当者・被災者向け気象支援資料 (宮城県石巻市)
平成23年6月28日 11時00分

宮城県の天気解説

28日は、前線が東北地方に停滞するため、曇り、夕方に一時雨や雷雨の所が多くなるでしょう。

<天気変化等の留意点>
これまでの大雨で地盤が緩んでいる所があります。土砂災害に注意して下さい。また、最高気温は7月下旬並みの所が多くなりますので、体調管理に留意して下さい。

石巻市付近の天気

日	28日				29日			
時	12-15時	15-18時	18-21時	21-24時	0-3時	3-6時	6-9時	9-12時
天気	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁	☁
3時間雨量 (ミリ)	0	1~4	0	1~4	0	0	0	0
気温 (℃)	27	27	25	23	22	22	21	25
風向	↑	↑	↑	↑	↓	↓	↓	→
風速 (m/s)	4	5	6	3	3	4	4	4
波の高さ (m)	1.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5
潮位 (cm)	28	35	22	43	45	22	-46	-22

風向・0m/s ↑ 1-4m/s ↑ 5-9m/s ↑ 10m/s以上 ↑ 注意報基準(3m)以上の波は太字で表示します。
気温は各時間帯の初めの時間の予想値です。例えば18-21なら18時の予想値です。
潮位は標高0mを基準とし、各時間帯で最高となる予想値です。

週間天気予報 (宮城県東部 気温: 仙台)

日	29日(水)	30日(木)	1日(金)	2日(土)	3日(日)	4日(月)	5日(火)
天気	晴時々曇	曇	曇一時雨	曇一時雨	曇一時雨	曇一時雨	曇一時雨
降水確率(%)	10/10/10/10	30	70	70	70	70	70
最高気温(℃)	31	27	27	26	28	26	28
最低気温(℃)	22	22	21	21	21	22	21

降水確率の1日目は、0-6/6-12/12-18/18-24時です。

問い合わせ先 仙台管区気象台予報課 (022-297-8103)

復旧担当者・被災者向け気象支援資料 (宮城県石巻市)
平成23年6月28日 11時00分

宮城県付近の天気分布予報

天気: ☁ 晴れ ☁ 曇り ☁ 曇り時々雨 ☁ 雨 ☁ 曇り時々雨 ☁ 雨時々曇り
数字は3時間雨量 (1~4ミリ) 5~9ミリ) 10(10ミリ以上)

石巻港の潮位

注: 図で示した潮位は標高0mを基準としています。大きな地盤沈下により標高が地盤前より低くなっている地域もあります。ご利用にあたっては、気象条件が平穏な場合の潮位(天文潮位)との差、前日の潮位との変化把握してご利用ください。

問い合わせ先 仙台管区気象台予報課 (022-297-8103)

編集後記

平安時代に発生した貞観地震の文献記録の有用性が評価されています。3月11日の大震災が発生した今、私たちの世代が残す記録も後生の宝となるはずであり、地道な観測・調査、客観的な記述の重要性を再認識した次第です。渡邊明会員より引継いで、支部便り編集担当をお引き受けすることになりました。よろしくお願いたします。

児玉安正 e-mail: kodama@cc.hirosaki-u.ac.jp