

DPRI Newsletter

Disaster Prevention Research Institute

Kyoto University

No.15 2000年2月

京都大学防災研究所

台風9918号



豊橋市で発生した竜巻（豊橋市中消防署より撮影；豊橋市提供）

昨年の台風シーズンは、当初日本付近で弱い台風が発生する状態が続いたが、9月20日から25日にかけて日本を襲った台風9918号は、日本各地に大きな被害をもたらした。特に、熊本県の八代海沿岸では高潮のために12名が死亡したなど、全国で死者30名、重傷94名、軽傷1,049名の人的被害、家屋被害（全壊332、半壊3,023、一部損壊85,989）をもたらした。また、この台風に伴い、愛知県豊橋市を中心とする東三河地方で複数の竜巻が発生し、多くの被害をもたらした。台風18号にともなう一連の災害に関しては、文部省科学研究費補助金（突発災害）の交付を受け、調査研究を進めている。

台風の概要

台風9918号は1999年9月19日9時に沖縄県宮古島の南東海上約420kmで発生し、ゆっくりした速度で西北西に進んだ。9月20日9時には沖縄県宮古島の南に達し、ここでしばらく停滞した。この停滞している間に勢力を強め、9月20日9時の985hPaから翌21日21時には955hPaまで30hPaも中心気圧が低下した。その後、9月22日0時から、沖縄本島の西

の東シナ海西部を北上し、中心気圧は9月22日9時には935hPa、翌23日9時には930hPaまで低下し、大型で非常に強い台風に発達した。その後、鹿児島県甑列島から熊本県天草諸島付近を通過して、9月24日6時頃に熊本県と福岡県の県境付近に上陸、さらに北東進し、周防灘に出た後、同日8時頃に山口県宇部市付近に再上陸した。山口県西部を縦断して、

日本海に出た後、25日2時頃、北海道渡島半島に再々上陸した。北海道西岸を北上して、同日12時頃、オホーツク海で温帯低気圧になった。気象庁発表の台風の進路を第1図に示す。

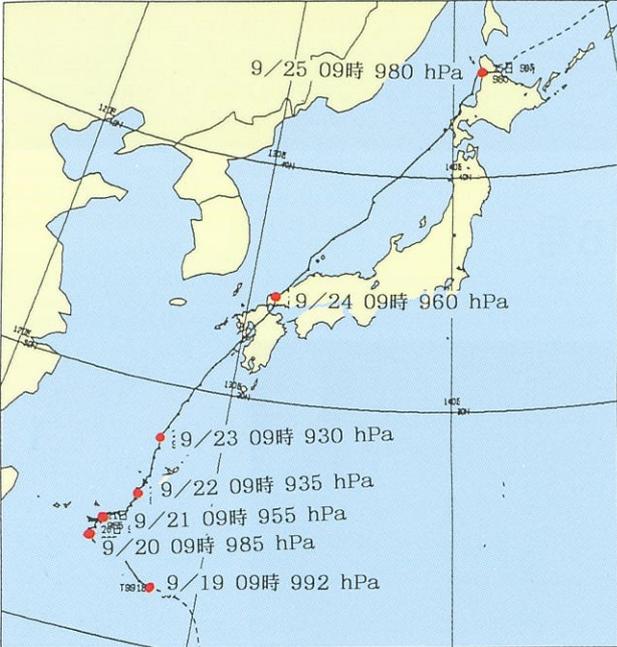


図1 台風9918号の経路と中心気圧

この台風では、那覇（58.9m/s）、鹿児島（53.1m/s）、熊本県牛深（66.2m/s）等の瞬間最大風速が各気象官署で観測された。牛深の記録は測候所の統計開始（昭和24年）以来、最大の風速である。気象官署の外には、下甕島の鹿島村役場で、瞬間最大風速83.9m/s、最低気圧937hPaを記録した。その自記記録を第2図に示す。午前2時半頃から約1時間の間、台風の眼に入って、風速が急に弱くなっているようすが示されている。台風の眼の中で気温が上昇するwarm coreの構造も明瞭に記録されている貴重な自記記録である。

強風による被害の実例を示す。写真1は、下甕島において、小高い山の頂上近くにある体育館の屋根が強風によって吹きはがされたものである。鹿児島県と熊本県の東海岸では送電線が途中で屈曲する被害が発生し（写真2）、数日間にわたって送電停止が続いた。写真3は鹿児島県の小学校の体育館の窓がサッシごと室内に吹き込んでしまったようすである。このような体育館は、台風などの気象災害時には緊急避難場所として指定される場合もあるため、今後強風に対するよりしっかりした備えが必要であろう。

林泰一（災害観測実験センター）

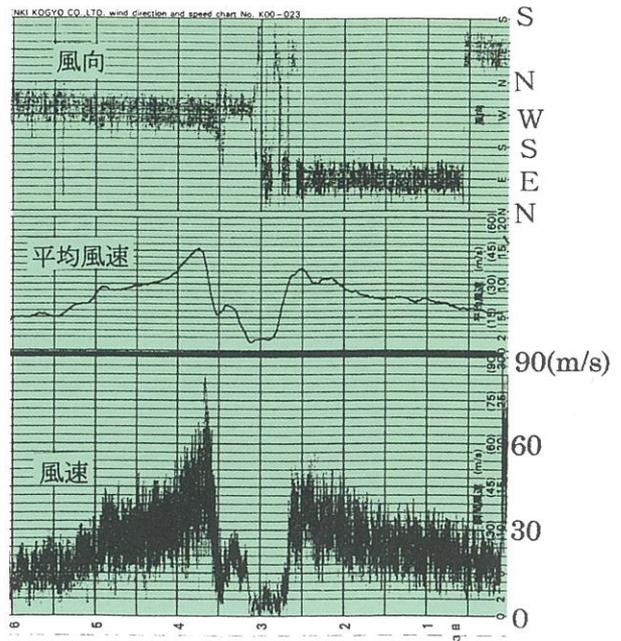
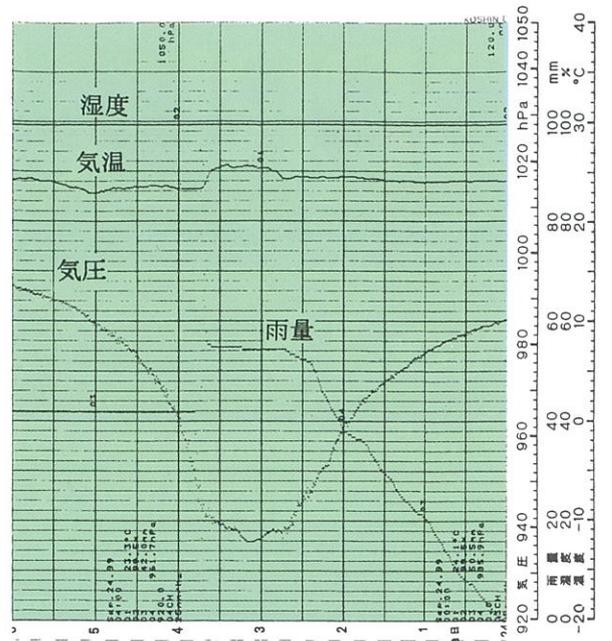


図2 下甕島での気象記録



写真1 屋根がとばされた下甕島の体育館



写真2 屈曲した送電線鉄塔



写真3 サッシが吹き飛ばされた体育館（鹿児島）

八代海の高潮災害

1999年の18号台風では、八代海、周防灘において高潮、高波災害が発生した。特に八代海では高潮の氾濫により12人の死者が出るほどの惨事となったことは、高潮に対する対策は大丈夫だと思っていた我々にとって衝撃的な事であった。事実、私の場合にも、18号台風が発達して大型で強い勢力の台風となり、有明海の高潮に対して危険なコースを通過している情報を知りながらも潮位記録を見る（海上保安庁水路部リアルタイム験潮データ：http://www.jhd.go.jp/cue/ENGAN/real_time_tide/htm/kck_main.htm）ことすらしなかった。電話でNHKの記者から不知火で高潮災害があったことを聞かされ、このことにコメントを求められた時には、台風のコースが最悪であったことと高潮のピークが秋の大潮のほぼ満潮時に重なるという条件がそろったためであるなどと理由付けはしたものの、内心情けない思いがした。その後すぐに熊本大学と連絡を取り災害調査を実施した。以下ではこの共同調査の結果に基づいて、八代海での高潮の特性と災害の発生要因に焦点を絞って、「個人的な見解」を述べさせていただきます。

図3は八代港で観測された潮位記録、推算潮位

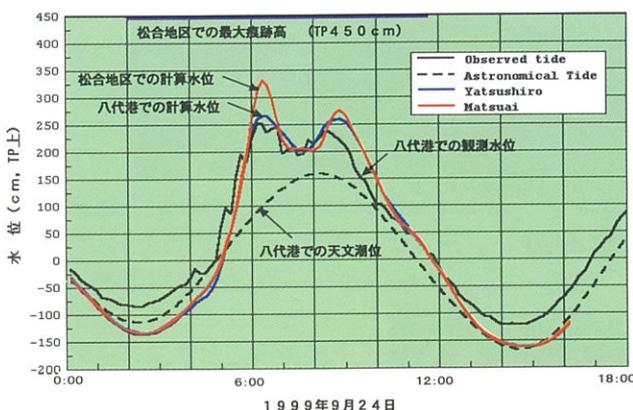


図3 八代港で観測された潮位

（天文潮）、数値モデル（光田・藤井の台風モデルによる風域場を用いた3次元海水流動モデルPOMの変形版、波浪の影響は入れていない）で再現された八代港と松合地区（氾濫災害の生じた場所）での潮位の時間変化を示している。これより次のようなことがわかる。

（1）高潮の前後で、実測潮位は天文潮に比べて30～50cm高くなっている。これは、今秋に発生した異常潮位成分で、対馬海流の流路変動等に起因するのではないかと考えられる。

（2）実測潮位には2つのピークが発生している。第1ピークは吹き寄せと吸い上げによる海水位の上昇で、いわゆる「高潮」と呼ばれる水位上昇である。第2ピークは八代海での南北方向の副振動である。すなわち、気象じょう乱により発生した高潮が外力の弱体化により自由進行波となり、八代海を南下しその南端で反射して再度北上した長波成分であると考えられる。数値シミュレーションでも同様の振動現象が再現されている。

（3）数値シミュレーション結果は観測値より若干大きめの振幅で振動をしている。

（4）松合地区では痕跡高さがTP45mであることが示されているが、計算で再現された最大潮位は3.8mで、両者には0.8mの差がある。この差は、波浪による海面上昇（wave set-up）なのか、海岸構造物等による局所的な水位上昇なのか、極浅海域の高潮に固有の現象なのかは今後の研究のポイントになる。

残念ながら、八代海域での信頼できる験潮記録はこのものだけで、高潮の数値シミュレーション結果の検証には必ずしも十分なものではない。特に、八代海も北部海域は干潮時には干潟が出現するような非常に浅い内海で、このような極浅海域での海水の吹送流としての流動機構は十分に理解されていない。少し個人的見解を述べさせていただきますと、この

ような場での高潮の発生機構には、強風と海底摩擦による砕波現象が作り出す吹送流の発生機構の力学的検討を行う必要があると思う。すなわち、極浅海域の吹送流を考えるためには、砕波により強い海面せん断応力が発生し多量の海水が輸送される現象、波浪により平均流の海底摩擦が強くなる現象をモデル化する必要がある。両者を考慮した数値モデルにより、極浅海域での高潮の吹き寄せ効果が再現できるものと考えている。このような現象は、八代・有明海だけでなく、バングラデシュ、東シナ海の高潮の発達機構にもみられるはずで、高潮研究の今後の重要な課題の一つである。

熊本大学工学部の滝川研究室では、詳細な高潮の痕跡調査を実施した。この調査から、沖に突き出た地形の西側ではTP 8 mを越す痕跡高さが観測されていることがわかる。痕跡高の調査結果をまとめてみると、概ね岬の西側の痕跡高は東側より高くなっている。私は、このような痕跡高の調査結果の解釈として、最大潮位の発生時には東向きの流れが生じており、これが岬で堰き止められて水位が上昇したという、「局所的吹き寄せ効果説」を提案したい。

図4は1999年9月25日の熊本日日新聞朝刊の記事の抜粋である。空中写真と2枚の補助図から、以下のような氾濫災害の発生要因を読み取って頂けるも

のと思う。第一の要因は、旧道より低い底平地に住宅が建てられていたことである。第二は、「被害の多かった地区」の両端と中央に船舶航行用の水路（船だまりとしても使用）があり、ここから浸水したことである。この2つの要因は常識的な解説であるが、私は第三の要因として、前述した「局所的吹き寄せ効果説」を追加したい。すなわち、建設中の漁港の防波堤が高潮時の流れを水路へ導くような配置で設置されているため、西から（写真の右から）の流れが防波堤で堰き止められて水路内に進入する海水の量を増幅させたという説である。漁港設計上のミスだと言う気は全く無いが、今後検討すべき事項としてこの第三の要因を示す必要があると思う。

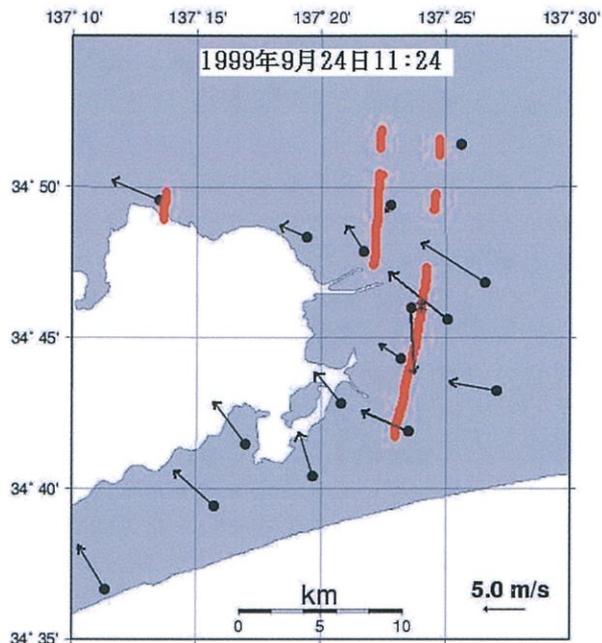
最後に、八代・有明海の高潮防災について私見を述べさせていただくと、ここでの高潮対策には海岸地形の長期変化による高潮特性の変化を考慮しなければならないのではないかとこの点である。今後も球磨川からの流送土砂および埋め立てにより海底地形や海岸線が変化するが、これが湾奥（不知火地区）の高潮特性を変化させることを十分認識して、海域全体にわたる長期的高潮対策を検討する必要があることを示しておきたい。

山下隆男（災害観測実験センター）



図4 不知火町落合の高潮被害地区（熊本日々新聞朝刊より）

東三河地方の竜巻



竜巻の通過経路。矢印は観測された地上風の例。この時刻に竜巻は豊橋市役所の東を通過した。

台風9918号が山陰沖を通過中の9月24日、午前11時10分ころ、豊橋市で竜巻が発生した（表紙の写真）。また、これとは別の竜巻が、隣接する豊川市（12時10分頃）、蒲郡市でも発生した。京都大学防災研究所では翌9月25日に現地調査を行うとともに、気象資料や被害資料を収集し、竜巻の発生状況の解析を進めている。

豊橋市で発生した竜巻は、豊橋市南部の野依地区で最初の被害をもたらした（写真）、市街地を約10km北上した。被災域の総延長は約10km、最大被害幅は300m程度である。被害の概要は、住家被害が全壊40、半壊302、一部損壊1,959、人的被害は重傷10、軽傷405であった。人的被害が多かった理由は、この竜巻が学校を襲ったことによる。竜巻は日中発生したため、授業中の小中学校や高等学校では、割れたガラスによる負傷が多く発生した。豊橋市の中部中学校では、校舎の南面のガラスがほとんど割れた（写真）、ガラスの破片で200名以上の生徒が負傷した。また、ドーム状のスイミングプールのプラスチック製の屋根がプールに落下し、泳いでいた幼児の頭に当たり大けがをしたという被害もあった（写真3）。

豊川市の竜巻は、被災域の総延長約5km、最大被害幅は150m程である。豊橋市で発生した竜巻に比べると規模は小さいが、38名の重軽傷者、328棟の住家被害をもたらした。

これらの竜巻は、市街地を通過したため、多くの気象記録が得られている。一方で、市街地が故に復旧が迅速に進み、被害翌日に現地を訪れたときには

風速を推定する手がかりになったと思われる被害例のかなりのものが片づけられてしまっていた。豊橋市周辺は、1969年にもほぼ同じ地域で竜巻が発生しているほか、古い記録にも竜巻の記載が多々ある。今回の事例では気象観測データも比較的豊富であるため、詳細な解析を進めているところである。

石川裕彦（大気災害研究部門）



野依橋付近で河原に転落したトラック



校舎南面のガラスが殆ど割れた中学校



死者が出たスイミング・プールの被害

「防災GISの現状と展望に関する 分野横断的研究フォーラム」の報告

防災研究所の平成11年度の特定研究集会の一つとして「防災GISの現状と展望に関する分野横断的研究フォーラム」を、11月2日（火）午前10時から午後6時まで宇治キャンパス内・木質科学研究所の木質ホールで開催した。このフォーラムは、「防災GIS」という概念のもとに諸分野で利用されている理論や手法の現状と問題点を明らかにし、将来の方向性を議論することを開催の趣旨としている。特に、分野ごとに個別に利用されてきたGISの理論・手法・データ等について、幅広い分野から情報を集約して議論を深め、防災GISの標準化・共通化と専門化の進むべき方向を明らかにし、防災研究及び実務の発展に資することを旨としたものである。

本フォーラムは、この種の学会活動を展開している地理情報システム学会（GISA）防災GIS分科会（防災SIG）の協賛を得た。企画や運営について、防災SIG主査の亀田弘行教授（防災研究所総合防災研究部門）、副主査の角本 繁氏（元防災研究所客員助教授、日立製作所中央研究所）の助力を戴いた。

「分野横断的」ということで、全国各地から、大学、官公庁、民間等から131名もの参加があった。プログラムは、下記に示すとおりである。当初、昼食時に中国国家リモートセンシングセンター地理情報システム部の何建邦（He Jian Bang）教授に、特別講演「中国におけるGIS開発と防災課題へのGIS適用の現状と今後の方向」をお願いしていたが、ビザ取得手続きが遅れ、来日戴けなくなったので、急遽、寶が「自然災害監視へのリモートセンシングの応用の現状と課題」と題して代替講演を行った。

地震・津波・沿岸環境・洪水氾濫・土砂災害などの分野におけるGISの応用、建設省、国土地理院、海上保安庁や国土庁、地方自治体などの行政の取組についての現状や事例が報告されるとともに、NTTやシンクタンクなどの分野での先進的なシステム構築の現状と構想、高齢社会に向けた今後のGIS応用のあり方などについて話題提供があり、それらについて熱心な討議が展開された。

本フォーラムにおける議論の内容を要約すると、以下のようである。

(1) 防災GISの利用・現状という側面からは、分析力・表現力・大量高速のデータ処理能力という現在のGIS特有の優れた機能は、各分野の現状のレベルにおいてそれなりに活用されている。ただし、地図データの共通化、データフォーマットの標準化が十分に成されていない。したがって、多岐にわたるユ

ーザの要求に対して、過去および現有の資産を十分に活用できず、多大な労力をつぎ込まなければならないことが少なくない。

(2) システム構築については、有事（災害発生時）に役立つシステムは日常的・安定的に使われているものである（普段使われないものが有事に役立つはずがない）という観点が重要であり、大型・多機能なものよりも、機能限定でよいから日常的に活用され、徐々に進歩していくようなシステムを目指すべきである。当該地域の災害形態や色々な意味での力量・ニーズを勘案し、地域に見合ったGISの構築と分野間の連携が重要である。空間データ整備が先行する一方、アプリケーション（応用プログラム）の開発が遅れていたが、アプリケーション開発もかなり進展しつつあることがわかった。

(3) GISデータの流通・共有という観点からは、データ構造の共有化・標準化の重要性が指摘された。データそのものは、分野により内容も精度も違うし共有化・標準化は難しい。データ構造を共有化・標準化することによって、異分野間のデータの流通・共有が図れるはずである。

(4) 技術論だけではすまない問題として、法制度の問題がある。空間データの作成については測量法、統計法、空間データの管理・流通については国有財産法、地方自治法、道路法、河川法など、空間データの知的所有権については著作権法、特許法、商標法などがからむ。紙地図などのアナログ情報を想定して整備された法制度を電子地図（デジタル）情報に適合するように運用を整備する必要がある。本フォーラムのような場で、民間、行政、学界のそれぞれの立場から望ましい方向を探っていくべきである。

(5) 近未来社会を考えると、社会の防災力を高めるためにどのようなデータ公開をすべきかについても議論された。情報公開が防災に直結する場合もあるし、機密保持・プライバシー保護の観点から逆に災いを招くこともあり得る。高齢社会に既に突入しているわが国では、災害弱者である高齢者や障害者をサポートするシステムの構築が必要である。コンピュータ化された高度情報社会（サイバースペース社会）における災害情報提供システムがこうした弱者を救うことになるのではないかという意見に対して、情の通った人間同士の触れ合い（ヒューマンコミュニケーション）こそが災害時には重要であるという指摘もあった。高齢社会・情報社会といった

社会的条件の変質を考慮しなければならない。システム構築が目的ではなく、防災・減災が本来の目的であるという観点からは、ユーザーサイド（自治体や住民）から見て望ましい防災GISのあり方についての議論をさらに深めたいところである。

なお、本フォーラムでは、話題提供者の論文や資料を集めた予稿集を配付した。また、フォーラムで

行われた議論や、使用された図表、事後に参加者から寄せられた意見等を取りまとめた議事録を出版し、参加者に配付している。希望者は、寶 (takara@rdp.dpri.kyoto-u.ac.jp、FAX：0774-38-4130) まで御連絡戴きたい。

(研究代表者：寶 馨 (水災害研究部門・教授))

京都大学防災研究所・共同研究集会（一般）11K-5

「都市直下型地震による建造物の衝撃破壊の 解明と防止策に関するワークショップ」報告

日時：平成11年12月4日（土）～12月6日（月）
場所：鞆シーサイドホテル（広島県福山市鞆町鞆）
出席者：野中泰二郎（京都大学防災研究所・教授）、
高島 秀雄（金沢工業大学工学部・教授）、
入倉孝次郎（京都大学防災研究所・教授）
他 合計28名

阪神・淡路大震災を契機として衝撃破壊現象の重要性が再認識されるようになり、研究者の関心も高くなってきている現況をふまえて、建築、土木、機械、溶接、物理など多分野の研究者・技術者が一堂に会して活発な議論を展開した。

研究集会の開催場所については、参加者の地理的状況及び交通アクセスの便利さや環境の快適さを考慮して、広島県福山市で開催した。福山市は新幹線の停車駅で、広島空港からも近く、このワークショップの開催地である鞆の浦は瀬戸内海国立公園に含まれる風光明媚な地であり、議論に疲れた頭脳をリフレッシュするには大変好都合であり、この環境の中で議論が盛り上がった。

各研究者は自分独自の領域の問題に関して研究成果を合計16題の一般講演として発表した。さらに、ここでは参加される研究者の専門領域の広さを考慮して、衝撃問題の解法、建造物の設計、強震動地震、破壊力学の各分野から権威者がそれぞれの分野の解説を特別講演の形で行った。

一題当たり、特別講演は60分、一般講演は30分と、通常の研究集会より多くの時間をあてが

い、参加者は3日間寝食をともにしながら、自分の研究領域以外の人達ともより深い議論を重ね、研究領域をさらに広げる機会を持った。これらの成果は計234ページの「都市直下型地震による建造物の衝撃破壊の解明と防止策に関するワークショップ」の報告書冊子と、発表当日会場で配布された数編の論文にまとめられている通り、多岐に渡る分野の参加者からの異なった視点に基づく多様な議論と意見交換があった。

この様に特色ある研究集会として顕著な成果が得られ、参加者のみならず報告書冊子の受領者から膨大な賛辞が寄せられた。京都大学防災研究所が主催した共同研究集会が全国の研究者・技術者の情報交換の為に果たした成果が大いに評価される。

(研究代表者；野中泰二郎

(地震災害研究部門・教授))



DPRI Newsletter アンケート結果

この度、DPRI Newsletterを配布させて頂いている皆様からのご意見ご感想をとりまとめ、今後の紙面充実の参考にさせて頂くことになりました。No13にアンケート用紙を添付しご協力をお願いしたところ154件余り（学内29、学外125）のご回答を頂きました。以下にアンケート結果について簡単にまとめました。

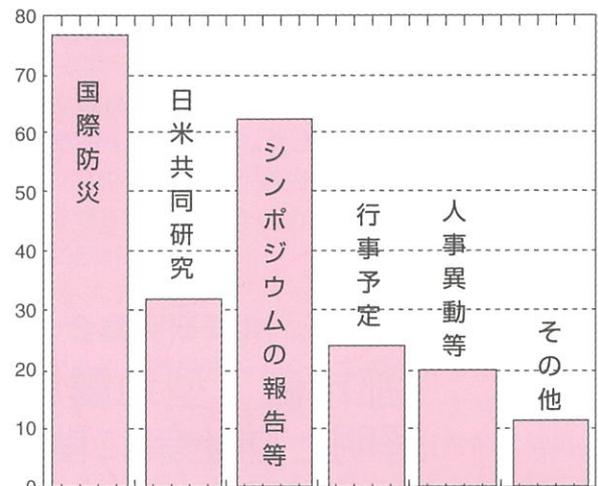
問1の「Newsletterをお読みになられていますか？」には半数以上の方が「毎回読んでいます」との回答で、「ほとんど読まない」方は5%以下でした。

問2の「あなたのお仕事上役にたつことがありますか？」については、80%以上の方から何らかの形で役にたっているという回答を頂きました。

問3の「どの記事がご参考になるでしょうか？」（複数回答可）では、図のような結果が得られました。具体的には防災研の活動状況の把握、専門外の研究の把握、情報収集の他、カラー図版を講義などに活用するという方が多くおられました。これまで特によかった記事（問4）として、No10のニューギニア津波など海外調査の記事に関心を寄せられている方が多いようです。

問5のNewsletterに対するご意見ご希望としては、共同利用の状況を詳しく知りたい、各研究室の紹介、英文記事には訳文をつけて欲しい、写真やグラフィックスのカラー印刷を今後も期待する等がありました。

最後の問6「今後も配布を希望されますか？」に



問3 Newsletterの中でどの記事がご参考になるでしょうか？

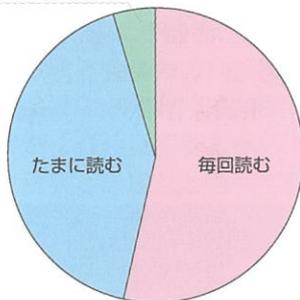
は、ほとんどの方から継続して配布を希望する旨のお返事を頂きました。

返信用ハガキのスペースが狭く、質問の趣旨説明不足や回答の記入にも不自由があったと思われます。また、実際の研究者からだけでなく図書担当の方からのご回答も多く、紙面内容について回答を保留される例もありましたが、これらの結果を踏まえ今後より充実した紙面作りに努力いたします。

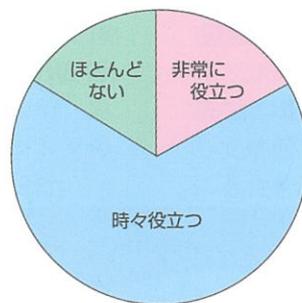
末尾ながらアンケートにご協力下さった読者の皆様に感謝いたします。

(ニューズレター編集委員会)

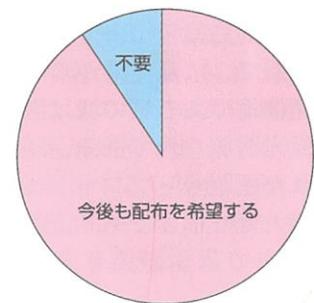
ほとんど読まない



問1 Newsletterをお読みになられていますか？



問2 Newsletterはあなたのお仕事上役に立つことがありますか？



問6 今後もNewsletterの配布を希望されますか？

編集後記

本年度最終号は、昨年の台風9918号に関する研究を紹介しました。昨年は、海外ではトルコの地震や台湾の地震など、国内では6月の広島市の豪雨と土砂災害、9月の台風9918号などの自然災害が発生しました。また、この1月17日は、「阪神・淡路大震災」の5周年に当たり、自然災害の脅威に改めて身の引き締まる思いです。

編集：防災研究所ホームページ

ニューズレター編集委員会

編集委員：石川裕彦、太田喜隆、小泉 誠、小尻利治（委員長）、高田賢三、多河英雄、田中 聡、西村幸江、間瀬 肇、松波孝治、吉田義則

発行：京都大学防災研究所

連絡先：京都大学防災研究所総務課

〒611-0011 宇治市五ヶ庄

TEL：0774-38-4005 FAX：0774-38-4030

ホームページ：http://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/