

1999 年台風 18 号による九州・山口地方の農業災害の概要と水稻塩害の実態

山本晴彦¹⁾・岩谷潔²⁾・鈴木賢士¹⁾・早川誠而¹⁾・鈴木義則³⁾

(¹⁾山口大学・²⁾鳥取大学・³⁾九州大学)

要旨 : 1999 年 9 月 24 日早朝, 九州西岸に上陸した台風 18 号は, 九州を縦断し周防灘から山口県に再上陸し西中国地方を通過した後, 日本海に抜けた。台風の経路上および経路の東側に位置した気象官署では最大瞬間風速 40 m/s 以上の強風が吹き, 最大風速も九州中南部を中心に 20 m/s 以上を観測した。九州や西中国地方では台風の通過と満潮が重なり, 有明海沿岸や周防灘では高潮により堤防が決壊し, 農作物に塩害が発生した。台風に伴う九州 7 県の農作物および農業用施設の被害総額は 914 億円, 被害面積 20 万 ha にも及んだ。また, 山口県の小野田市や宇部市の消防本部では最大瞬間風速が 52.0 m/s, 58.9 m/s の強風を観測した。宇部港では最高潮位が 560 cm を観測し, 推算満潮位 351 cm を 209 cm も上回る著しい高潮であった。このため, 周防灘に面した山口県内の市町では高潮災害が相次いで発生し, 農林水産被害は高潮に伴う農耕地の冠水と塩害, 強風に伴う農作物の倒伏, ビニールハウスや畜舎の損壊, 林地の倒木など約 100 億円に及んだ。山口市秋穂二島でも堤防の決壊により収穫直前の水稻と移植直後の野菜苗に約 100 ha にわたり塩害が発生し, 収量が皆無となった。

キーワード : 1999 年台風 18 号, 塩害, 九州地方, 水稻, 農業災害, 山口県。

1999 年 9 月 24 日早朝, 九州西岸に上陸した台風 18 号は, 九州を縦断し周防灘から山口県に再上陸し西中国地方を通過した後, 日本海に抜けた。このため, 西日本を中心に強風や高潮の被害が相次いだ。とくに台風 18 号の通過時には, 九州や西中国地方で満潮が重なり, 熊本県の有明海沿岸や山口県の周防灘では高潮により堤防が決壊し, 農地に海水が浸入して農作物に塩害が発生した。

ここでは, 台風 18 号の通過時に九州・山口地方において観測された気象的特徴を解析するとともに, 農作物, とくに水稻塩害の概要について報告する。

調査方法

1. 1999 年台風 18 号の気象的特徴の解析と農業災害の概要

1999 年 9 月 24 日早朝, 台風 18 号の通過時にともなう強風・高潮(福岡県・福岡管区気象台 1999, (財)日本気象協会 1999 a, b) により, 農作物においても塩害や倒伏の被害が相次いだ(九州農政局 1999, 農林水産省統計情報部 1999, 山口統計情報事務所 1999)。そこで, 1999 年台風 18 号の通過時における九州・山口地方の気象概況を解析するとともに, 九州・山口地方における農業被害の概要を解析した。

2. 山口県における水稻塩害の実態解析

山口県においても台風に伴う強風・高潮により水稻の収穫量が著しく減収した。そこで, 台風 18 号により周防灘に面した堤防が決壊した山口県山口市の秋穂二島地区を対象に, 作物塩害の被害面積, 塩害発生圃場における土壌中の塩分濃度について現地調査を行った。土壌中の塩分濃度は, 第 8 図に示した 28 地点から土壌を採取し, 1:5 水浸出法(日本土壌肥料学会 土壌環境分析法編集委員会,

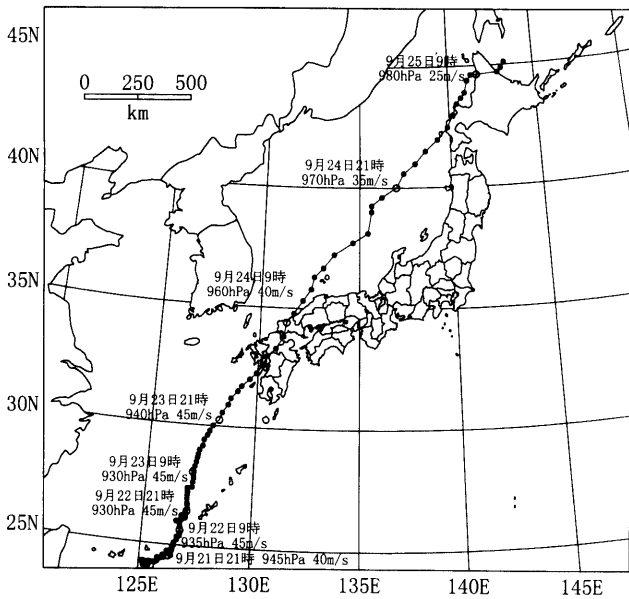
1997) により土壌中の電気伝導率(EC)を測定して求めた。

結果と考察

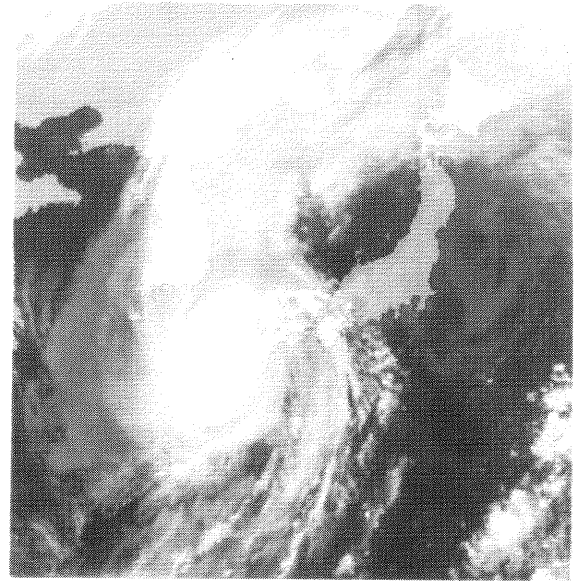
1. 1999 年台風 18 号の気象的特徴の解析

1999 年台風 18 号の経路図を第 1 図に, 1999 年 9 月 24 日 6 時における気象衛星「ひまわり」の赤外画像(高知大学気象情報頁, 1999) を第 2 図に示した。1999 年 9 月 22 日に沖縄本島西海上を北上した台風 18 号は東シナ海を北上し, 23 日 21 時の時点では台風の眼がはっきりと確認でき, 中心気圧 940 hPa, 最大風速 45 m/s と大型で強い台風に成長した。その後, 九州西岸の熊本県に 24 日 6 時頃に上陸し, 7 時に日田市付近, 8 時には中津市付近を通過し, 周防灘に抜けた。9 時前には山口県宇部市に再上陸し, 10 時過ぎには日本海に抜けて, 北海道宗谷地方に再々上陸した後, 25 日 12 時にオホーツク海で低気圧となった。

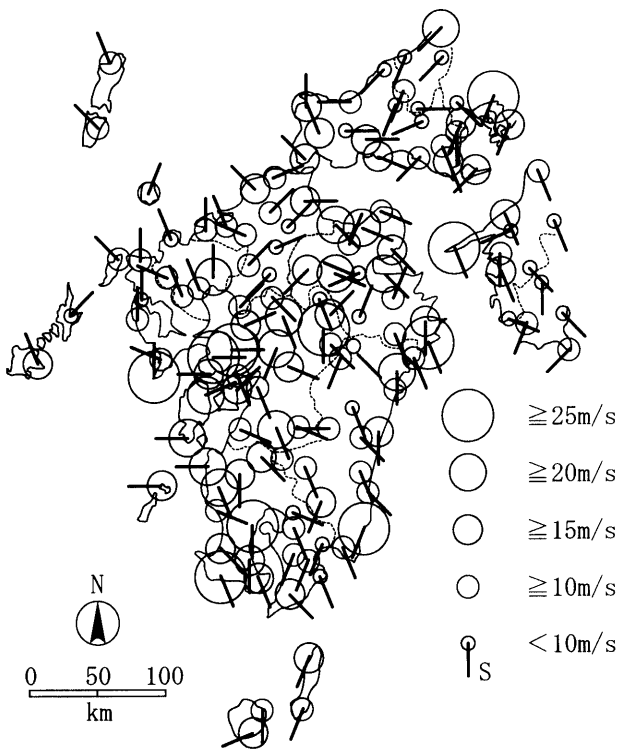
台風 18 号に伴う九州・西中国・西四国地方に位置する気象官署の最大風速の分布を第 3 図に示した。また, 九州・山口地方の県庁所在地に位置する各気象官署の気象概況を第 1 表に示した。なお, 最大風速の分布図は地域気象観測日表の最大風速(アメダスデータ)を基に作成した。図表には示していないが, 熊本県天草地方に位置する牛深(測候所)では 23 日の昼ごろから海面気圧が低下し始め, 24 日 4 時前には 943.9 hPa の最低値を観測, 風速も 24 日夕方から上昇し始め, 24 日 3 時 17 分には最大瞬間風速 66.2 m/s の猛烈な強風を観測し, これは離島を除くわが国に位置する気象官署としては観測史上最も高い値であった。また, 鹿児島をはじめ阿蘇山, 延岡, 枕崎の気象官署でも 50 m/s 以上の強風を観測した。さらに, 台風の経路上および経路の東側に位置した熊本, 大分, 山口の各気象官署



第 1 図 1999 年台風 18 号の経路図。



第 2 図 1999 年 9 月 24 日 6 時における気象衛星「ひまわり」の赤外画像。



第 3 図 九州・山口地方における 1999 年 9 月 24 日の最大風速 (m/s) の分布。

では 40 m/s 以上の強風が吹き荒れた。アメダスデータから求めた最大風速は、九州中南部を中心に 20 m/s 以上を観測しており、強風の分布が広域にわたっていることがわかる。

台風 18 号の進路上に位置し、強風被害に見舞われた熊本(地方气象台) および山口(測候所)における気象要素(降水量, 風速, 気温, 露点温度, 海面気圧, 風向)の推

移を第 4 図に示した。熊本では、午深の約 2 時間後の 5 時 32 分頃に最大瞬間風速 49.0 m/s の強風が吹き荒れ、最低海面気圧も 955.5 hPa を観測した。台風が再上陸した山口でも台風の通過直前に 46.4 m/s もの強風を観測した。以上のように、台風の中心が通過した地域に位置する気象官署では、強風と気圧の低下が著しかったことが明らかになった。

台風通過時の 1999 年 9 月 23 日から 24 日における 2 日間の積算降水量の分布を第 5 図に示した。積算降水量が 300 mm 以上の地域は大分県南東部から宮崎県北部にかけての九州山地の南東斜面に北東-南西の帯状に分布しており、その周辺部に 200 mm 以上の分布が確認できる。九州南部は 100~200 mm, 九州北部においては 100 mm 以下であり、台風に伴う降水は九州山脈南東斜面を除いて比較的少ない傾向にあったことがわかる。

2. 1999 年台風 18 号における農業被害の概要

1999 年台風 18 号に伴う九州 7 県における農作物および農業用施設の被害概要を第 2 表に示した(九州農政局, 1999)。九州地方では、農業被害が 810 億円、被害面積 20 万 ha にも及び、とくに熊本県における被害は、水稻(100 億円, 36500 ha)をはじめとし、野菜(101 億円, 3200 ha), 果樹(73 億円, 8400 ha)などで 387 億円にも達した。また、大分県も水稻の 86 億円を中心に 155 億円、鹿児島県でも 93 億円もの農作物被害が発生し、農業用施設の被害も熊本県の 70 億円を筆頭に約 100 億円に達した。

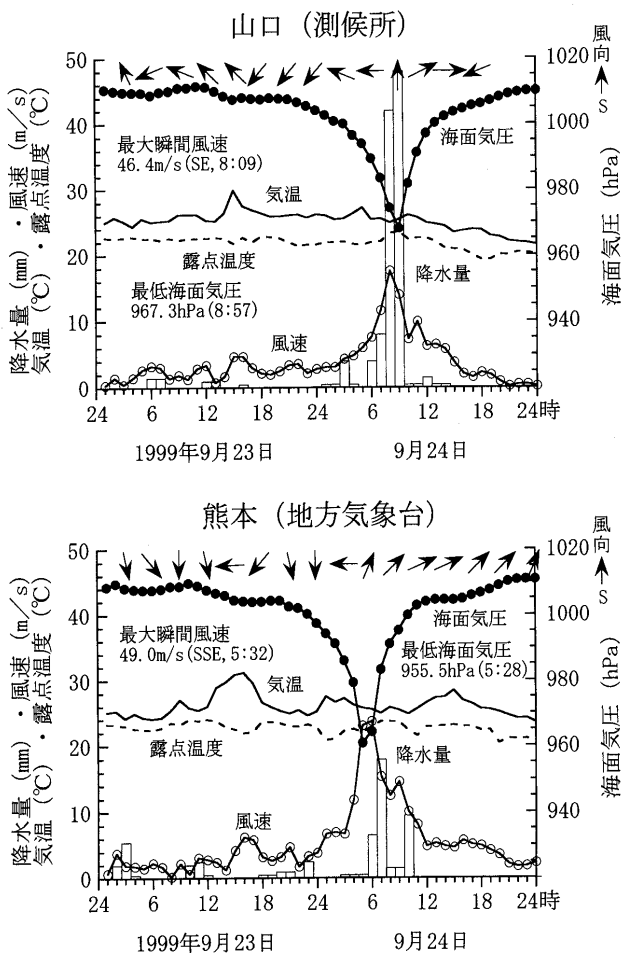
3. 台風 18 号に伴う山口県の気象的特徴と農業被害の概要

台風 18 号は、山口県では周防灘に面した宇部市に再上

第1表 1999年台風18号に伴う九州・山口地方の県庁所在地に位置する気象官署の気象概況。

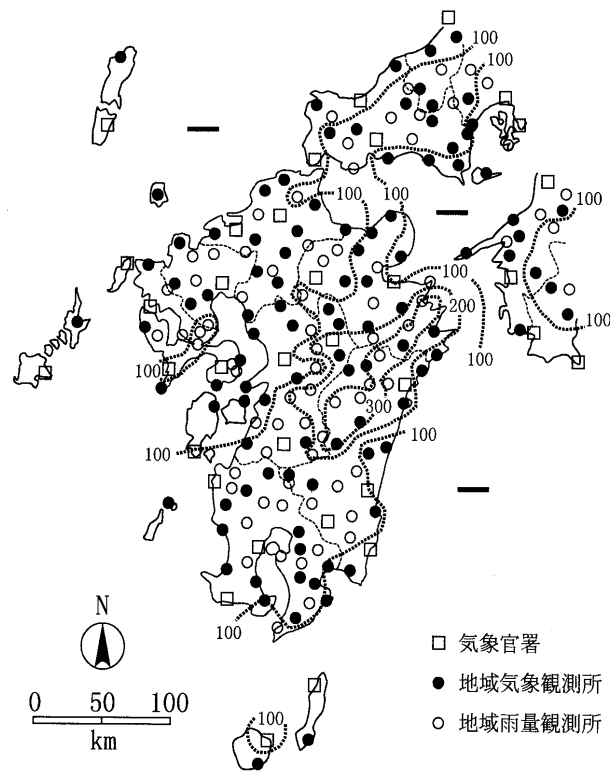
気象官署	最低気圧		最大風速		最大瞬間風速			積算降水量 ¹⁾ (mm)	
	(hPa)	起時	(m/s)	風向	起時	(m/s)	風向		
山口	967.3	8:57	20.2	SE	8:40	46.4	SE	8:09	117.0
福岡	971.2	6:33	14.3	NNW	7:30	30.1	NNE	6:00	72.5
佐賀	966.5	6:00	27.9	NNE	5:40	39.4	NNE	5:38	60.5
長崎	966.7	4:40	15.1	N	4:30	37.4	NW	5:17	106.0
熊本	955.5	5:28	24.9	SE	5:30	49.0	SSE	5:32	57.0
大分	974.7	7:00	22.7	SE	6:40	44.3	SSE	7:00	101.0
宮崎	980.0	≥	15.2	SE	3:30	32.7	S	3:51	98.5
鹿児島	979.8	3:21	30.8	S	3:00	53.1	SSE	2:49	111.5

1) 積算降水量：1999年9月23～24日。



第4図 1999年9月23日から24日にかけての熊本(地方気象台)および山口(測候所)における風向・風速、降水量、気温、露点温度、海面気圧の推移。

陸した後、県内を縦断し日本海に抜けた。周防灘に面した市町村では強風と満潮時の高潮により高潮災害が相次いで発生した。強風・高潮被害により災害救助法が適用された地方自治体、気象観測を実施している施設および秋穂二島地区における水稻塩害の調査地点を第6図に示した。高潮災害に見舞われた周防灘沿岸において、気象庁の観測地点は下関(地方気象台)と宇部(空港出張所)、防府(地域気象観測所)が設置されているに過ぎない。これらの気象庁の観測地点以外に、台風の進路付近では防衛庁の航空自



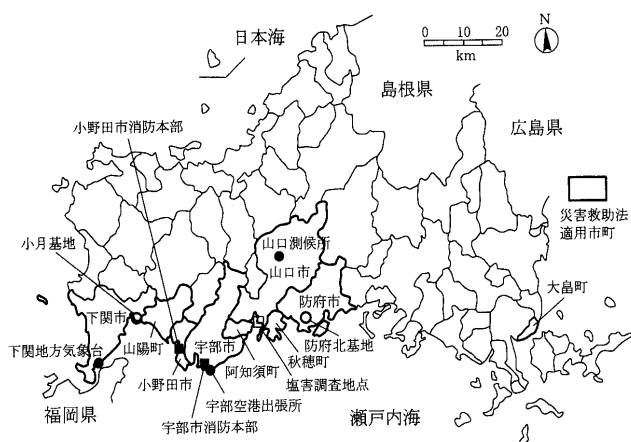
第5図 九州・山口地方における1999年9月23日から24日にかけての積算降水量(mm)の分布。

衛隊防府北基地および海上自衛隊小月基地、宇部市と小野田市の消防本部で気象観測が実施されている。これ以外にも降水量、風速、気温などの気象要素について河川管理、道路管理、鉄道管理などのために各種機関で測器を設置して実施しているが、ここでは台風通過時の気象解析に用いる気圧、風向・風速、降水量などを総合的に観測している消防本部のデータを解析対象にした。

1999年9月23日から24日にかけて、台風の進路付近に位置する小野田市消防本部および宇部市消防本部における降水量、気温、露点温度、風向・風速、海面気圧の推移を第7図に示した。台風が接近するにつれて海面気圧が大きく低下し東風が漸増している。通過直前には、小野田市、宇部市ではそれぞれ最大瞬間風速52.0m/s、58.9m/sの強風を観測し、その30～40分後には最低海面気圧もそれぞれ961.6hPa、964.1hPaを記録した。防府市にあ

第2表 1999年台風18号に伴う九州7県の農作物および農業用施設被害の概要。

県名	農作物全体		水稻		野菜		果樹		その他		農業用施設 被害金額 (億円)
	被害面積 (ha)	被害金額 (億円)	被害面積 (ha)	被害金額 (億円)	被害面積 (ha)	被害金額 (億円)	被害面積 (ha)	被害金額 (億円)	被害金額 (億円)	作物名	
福岡県	32100	42	25700	32	200	5	2200	2	1		2
佐賀県	21300	60	14700	46	500	7	1300	2	5		—
長崎県	10000	27	7400	12	600	7	1000	2	6	ばれいしょ他	—
熊本県	53500	387	36500	100	3200	101	8400	73	43	いぐさ在庫品他	70
大分県	27800	155	23100	86	1100	27	1500	17	7	花き	18
宮崎県	14800	46	8900	24	2400	13	1400	3	6		—
鹿児島県	39000	93	19200	34	3000	17	2600	14	14	サトウキビ他	14
合計	198500	810	135500	334	11000	177	18400	113	82		104

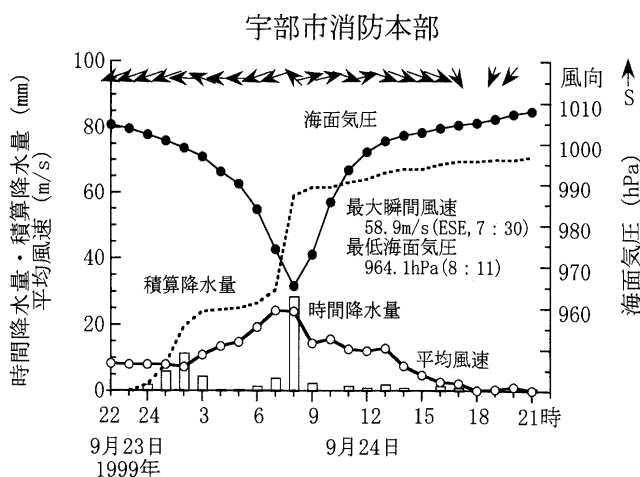
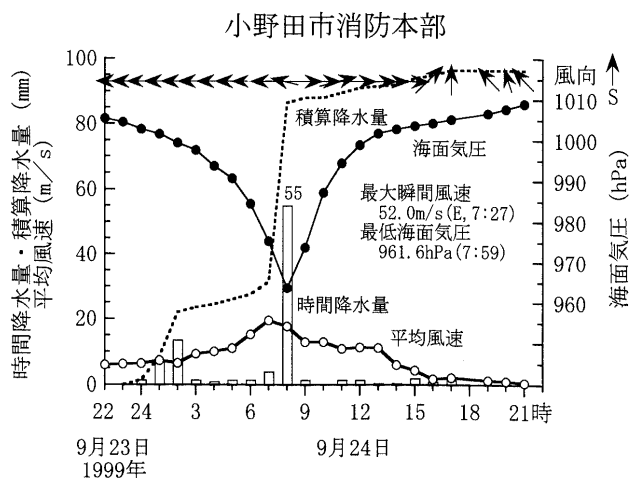


第6図 山口県において強風・高潮被害により災害救助法が適用された地方自治体，気象観測を実施している施設および秋穂二島地区における水稻塩害の調査地点。

る航空自衛隊防府北基地では、7時ごろから風速が増加し始め、8時05分には南東の風61.2 m/s (119 Knot) を観測する強風に見舞われた。これ以外にも、山口宇部空港出張所、海上自衛隊小月基地、下関地方气象台でも最大瞬間風速が40 m/s を越える強風に見舞われた。最低海面気圧は、下関市の防衛庁海上自衛隊小月基地で959.4 hPa を観測しており、その他の観測所でも960 hPa 台の低圧を記録した。

高潮被害に見舞われた宇部港では8時00分に最高潮位が560 cm (既往最高潮位569 cm) を観測しており、推算した満潮位351 cmを209 cmも上回る著しい高潮であった。同様に三田尻中関港(防府市)でも7時55分に470 cmの潮位を観測しているが、その後の欠測により最高潮位は観測できなかった。

台風18号の中心が通過した山口県では、強風と高潮により周防灘で甚大な被害が相次いだ。第6図に示したように、災害救助法が適用された地方自治体は5市4町に及んでおり、山口県の被害総額は414億円(1999年11月12日、確定値)に達している(山口県消防防災課, 1999)。また、農林水産被害は高潮に伴う農耕地の冠水と塩害、強風に伴う農作物の倒伏、ビニールハウスや畜舎の損壊、林

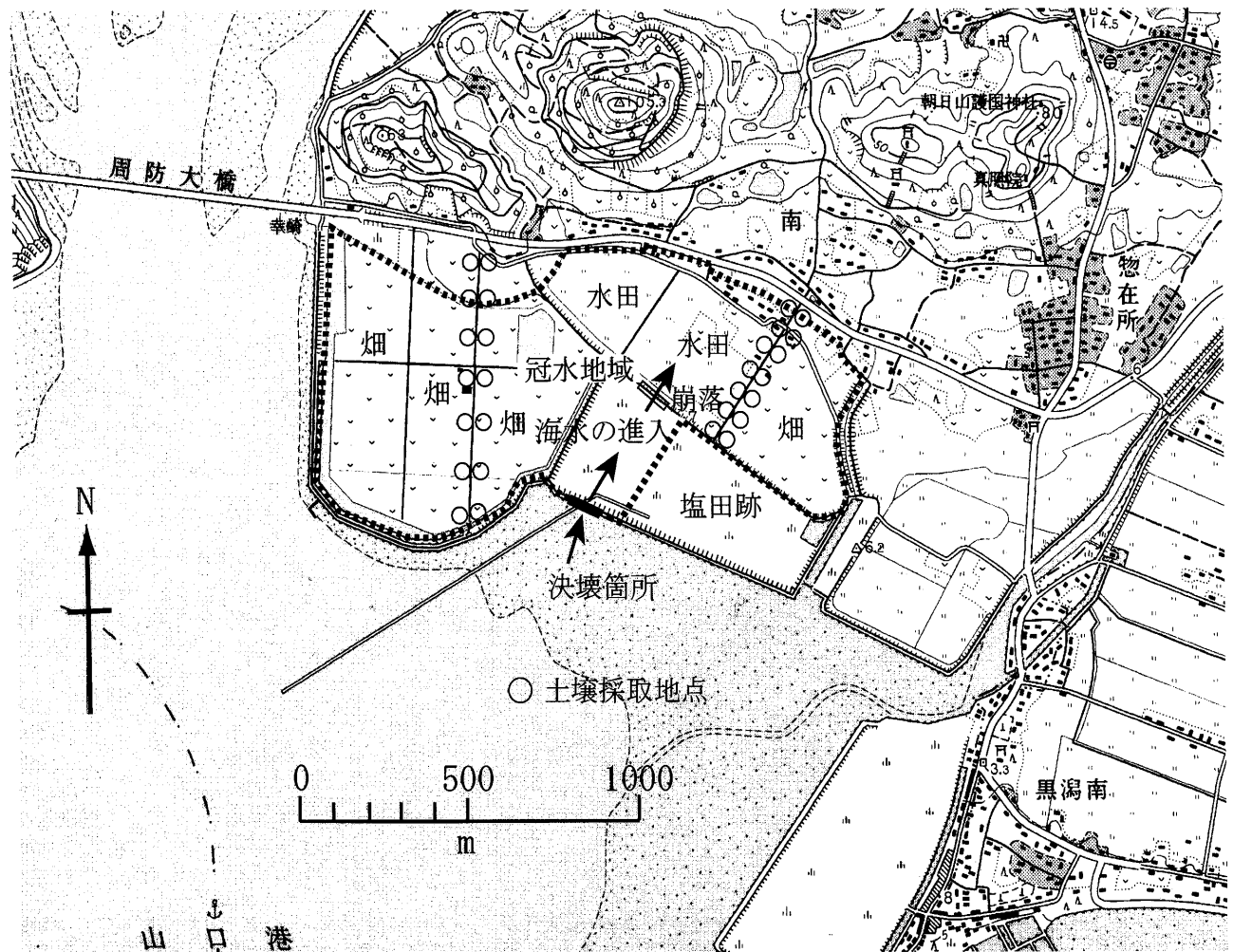


第7図 1999年9月23日から24日にかけての小野田市(消防本部)および宇部市(消防本部)における風向・風速、降水量、気温、露点温度、海面気圧の推移。

地の倒木など約100億円に達している。水産被害では、高潮による漁港の被害(32億円)を中心に41億円にも及んでいる。

4. 山口市秋穂二島地区における水稻塩害の実態

強風・高潮により防波堤が決壊した山口県山口市秋穂二島の幸崎地区における冠水地域および土壌採取地点を第8図に示した。山口市の南部に位置する秋穂二島の幸崎地区



第8図 強風・高潮による防波堤が決壊した山口県山口市秋穂二島の幸崎地区における冠水地域および土壌採取地点。

は、東部と西部では畑作地域、中央部では水田が広がっており、水田の海岸部には塩田跡地が細長く存在している。台風通過の3日後に航空機により空中から撮影した塩害農地の被害状況を第9図に示した（山口県山口市秋穂二島幸崎，1999年9月27日，丸山 敬氏撮影）。さらに、周防灘の山口湾に面した海岸堤防の決壊状況を第10図に示した（山口県山口市秋穂二島幸崎，1999年9月25日撮影）。第9図の左上の海岸堤防が約200mにわたって決壊し、第10図に示したように海水が塩田跡地に進入し、さらに内陸部の水田や畑地に達した。このため、収穫直前の水稻や移植直後の野菜苗に塩害が発生し、被害面積は約100haに及んだ。

堤防の決壊により冠水した農地の状況を第11図に示した（山口県山口市秋穂二島幸崎，1999年9月25日撮影）。海水が進入した水田や畑地では、約2日間にわたり冠水する被害に見舞われた。塩害を受けた水田の被害状況を第12図に示した（山口県山口市秋穂二島幸崎，1999年9月30日撮影）。水田には土石が大量に堆積しており、堆積深は50cmにも及んでいる箇所も認められた。海水の冠水により水稻には塩分が付着し、NaClが体内に進入し塩害が発生し、収穫は皆無の状況であった。

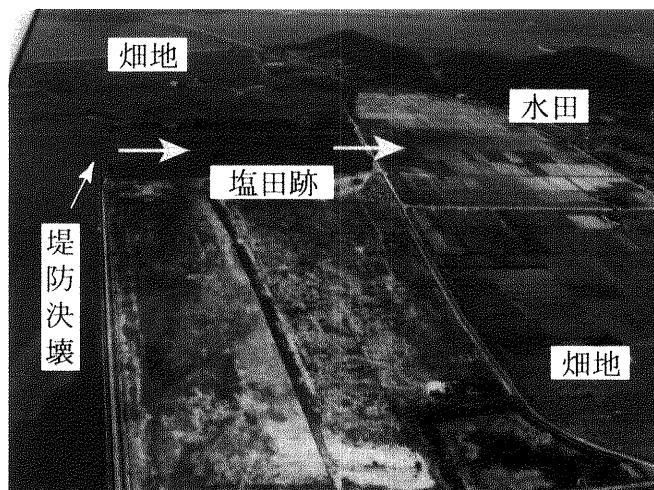
塩害を受けた水田および畑地から採取した土壌中の塩分

濃度は2~12 dm/sであり、農地が高塩分濃度で汚染されていることが明らかになった。水田では、湛水により除塩効果が期待されるが、畑地では塩分の下方への移動が困難であることが予想され、土壌改良の対策が急務であると言える。

以上のように、1999年9月24日早朝に九州西岸に上陸した台風18号は、九州を縦断し周防灘から山口県に再上陸を通過し日本海に抜けた。このため、九州や西中国地方を中心に強風や高潮の被害が相次いだ。とくに、台風18号の通過時には各地で満潮時と重なり、不知火海や周防灘では高潮により農地に甚大な被害が発生した。

筆者らは、1991年の台風17・19号（山本 1992，山本ら 1992，山本ら 1995b）を初めとして、西日本に大きな台風災害を発生させた1992年台風10号（山本ら 1997），1993年台風13号（山本ら 1994a, b，山本ら 1995a），1996年台風12号（山本ら 1997），1997年台風9号（山本ら 1998a, b, c）・19号（山本ら 1999a），1998年台風7号（山本ら 1999b）・10号（山本ら 1999c）について気象的特徴を解析するとともに強風・豪雨に伴う農業被害の現地調査を実施している。

今回の台風18号は、本報告からも明らかなように高潮による農業被害が甚大であった。1991年の台風17・19号



第9図 台風通過の3日後に航空機により撮影した塩害農地の被害状況(山口県山口市秋穂二島幸崎, 1999年9月27日, 丸山 敬氏撮影)。



第10図 台風18号に伴う高潮による海岸堤防の決壊状況(山口県山口市秋穂二島幸崎, 1999年9月25日撮影)。



第11図 堤防の決壊により冠水した農地の状況(山口県山口市秋穂二島幸崎, 1999年9月25日撮影)。



第12図 塩害を受けた水田の被害状況(山口県山口市秋穂二島幸崎, 1999年9月30日撮影)。

に見られた海岸からの潮風の飛散と台風通過前後の少雨に伴う潮風害の発生(山本 1992, 山本ら 1992, 山本ら 1995 b), 1994年夏季の高温・少雨に伴う灌漑用水の高塩分濃度による塩害の発生(佐賀県農林部農村農地整備局, 1995)など, 過去に発生した台風に伴う潮風害や塩害とは異なる被害様相であった。今後は, 台風通過時における高潮シミュレーションの精度向上, 潮位データのリアルタイム配信などのソフト面の対策も講じながら, さらなる高潮に伴う農地被害の軽減に努める必要がある。

謝辞: 本調査に当たり, 気象庁, 福岡管区气象台, 下関地方气象台, 宇部市消防本部, 小野田市消防本部, 航空自衛隊防府北基地, 海上自衛隊小月基地からは気象資料を, 第四港湾建設局宇部港湾工事事務所からは潮汐資料の御提供をいただいた。農林水産省統計情報部, 九州農政局, 山口統計情報事務所からは台風18号に伴う農産物被害の概要などの農業資料を, 山口県消防防災課からは山口県の台

風被害に関する資料の御提供をいただいた。京都大学防災研究所丸山敬助教授からは空中写真の御提供をいただいた。高知大学気象情報頁からは気象衛星「ひまわり」の赤外面像を引用させていただいた。国土地理院からは1:25,000地形図N1-52-3-12-2(台道)を使用させていただいた。ここに, 厚く感謝の意を表します。

引用文献

- 福岡県・福岡管区气象台 1999. 平成11年9月23日から24日にかけての台風18号による強風・大雨害. 福岡県農業気象災害速報. 第1号. 1-20.
- 高知大学気象情報頁 1999. 気象衛星「ひまわり」赤外面像. <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/gms.fareast/1999/09/24/fe.99092406.jpg> (2000/5/10 閲覧)
- 九州農政局 1999. 台風18号による九州農政局管内における農作物の被害について. 1-2.

- 日本土壌肥料学会 土壌環境分析法編集委員会 1997. 電気伝導率 (EC) (1:5 水浸出法). 土壌環境分析法. 博友社, 東京. 202-204.
- 農林水産省統計情報部 1999. 平成 11 年 9 月 13 日から 25 日にかけての前線に伴う大雨及び台風による農作物被害. 農林水産統計速報 11-215(生産-46). 1-6.
- 佐賀県農林部農村農地整備局 1995. 平成 6 年農林かんばつの記録. 1-135.
- 山口県消防防災課 1999. 台風 18 号に伴う被害状況について. 1-3.
- 山口統計情報事務所 1999. 台風 18 号の爪あと. <http://plaza.mbn.or.jp/~toukei35/photo/taifu18> (2000/5/10 閲覧)
- 山本晴彦 1992. 1991 年台風 17・19 号による九州の農業気象. 農業気象 48: 77-83.
- 山本晴彦・鈴木義則・早川誠而・岸田恭允 1992. 台風 9117 号および 9119 号による九州の水稲被害. 農業気象 48: 175-180.
- 山本晴彦・鈴木義則・早川誠而 1994a. 1993 年台風 13 号による九州・山口地方の農業災害. 農業気象 49: 285-290.
- 山本晴彦・鈴木義則・早川誠而 1994b. 1993 年異常気象による九州・中国地方の水稲被害. 農業気象 50: 43-48.
- 山本晴彦・鈴木義則・早川誠而 1995a. 1993 年の異常気象による西日本の農業災害. 自然災害科学 14: 31-42.
- 山本晴彦・早川誠而・鈴木義則 1995b. 1991 年台風 17・19 号による水稲の潮風害の実態. 日作紀 64: 815-821.
- 山本晴彦・早川誠而・鈴木義則 1997. 1992 年台風 10 号と 1996 年台風 12 号の気象的特徴および西日本の農業災害と類似性. 自然災害科学 16: 167-178.
- 山本晴彦・早川誠而・岩谷 潔 1998a. 山口県むつみ村の 1997 年 7 月豪雨特性と溜池の決壊災害. 農土誌 66: 183-189.
- 山本晴彦・早川誠而・岩谷 潔 1998b. 山口県北部における 1997 年台風 9 号の豪雨特性と農業災害. 自然災害科学 17: 31-44.
- 山本晴彦・早川誠而・岩谷 潔 1998c. 1997 年台風 9 号による山口県北部の豪雨特性と溜池決壊に伴う土砂堆積による水稲被害の実態. 日作紀 67: 226-232.
- 山本晴彦・岩谷 潔・鈴木賢士・早川誠而・鈴木義則 1999a: 1997 年台風 19 号による宮崎県の豪雨災害. 自然災害科学 18: 55-69.
- 山本晴彦・岩谷 潔・鈴木賢士・早川誠而 1999b. 近畿地方における 1998 年台風 7 号の強風災害. 自然災害科学 18: 199-211.
- 山本晴彦・岩谷 潔・鈴木賢士・早川誠而 1999c. 岡山県における 1998 年台風 10 号に伴う豪雨特性と洪水災害. 自然災害科学 18: 301-313.
- (財) 日本気象協会 1999a. 地域気象観測 (アメダス) 府県毎毎時日表 [四要素]. 島根県・広島県・愛媛県・高知県・山口県・福岡県・佐賀県・長崎県・熊本県・大分県・宮崎県・鹿児島県 (1999 年 9 月 23 日・24 日). 1-70.
- (財) 日本気象協会 1999b. 地上気象観測原簿. 山口・福岡・佐賀・長崎・熊本・牛深・阿蘇山・大分・宮崎・鹿児島 (1999 年 9 月 23 日・24 日). 1-20.

Agricultural Disaster and Salt Damage in Rice Caused by Typhoon 9918 in Kyushu and Yamaguchi Districts: Haruhiko YAMAMOTO*¹⁾, Kiyoshi IWAYA²⁾, Kenji SUZUKI¹⁾, Seiji HAYAKAWA¹⁾ and Yoshinori SUZUKI³⁾ (¹⁾*Fac. of Agr., Yamaguchi Univ., Yamaguchi 753-8515, Japan;* ²⁾*Tottori Univ.;* ³⁾*Kyushu Univ.*)

Abstract: Typhoon 9918 passed through the Kyushu District and the western part of Chugoku District on September 24, 1999. A gust higher than 20m/s was recorded in the middle and southern parts of Kyushu District. The typhoon caused gust and storm surge disasters in the western part of Japan. The agricultural loss in the Kyushu District exceeded 91 billion yen. The peak gust recorded at Onoda Fire Station of Yamaguchi Prefecture was 58.9m/s. The sea level in Ube port was 560cm at 8:00, which was 209cm higher than the expected value (351cm). In Aiofutajima of Yamaguchi City, the gust and storm surge caused the bank to collapse, The rice plants received salt damage from the sea water and did not yield any rice that year.

Key words: Agricultural damage, Kyushu District, Rice, Salt damage, Typhoon 9918, Yamaguchi Prefecture.