

2023年台風2号 (Mawar) と梅雨前線に伴う豪雨により茨城県取手市の双葉地区で発生した浸水被害の特徴

山本晴彦¹・古場杏奈²

Characteristics of Flood Damage in Futaba Area, Toride City of Ibaraki Prefecture, Caused by Heavy Rainfall Associated with Typhoon No.2 (Mawar) and Baiu-front in 2023

Haruhiko YAMAMOTO¹ and Anna Koba²

Abstract

From June 2 to 3, 2023, heavy rainfall exceeding 400 mm of accumulated precipitation was observed from Kochi to Kanagawa Prefectures due to Typhoon No.2 and Baiu-front. In the Kanto region, 286 mm of precipitation was observed in Toride City in southern Ibaraki Prefecture. Futaba Danchi in Toride City suffered internal flooding with a maximum flood depth of 1.2 m due to overflowing water from surrounding waterways, resulting in 324 houses half destroyed and 240 houses flooded under the floor out of 1,120 houses. In the Futaba area, where housing construction began in 1966, the population and aging population are now rapidly declining. For this reason, evacuation support for persons requiring support for evacuation action, etc., is being reconsidered.

キーワード：2023年台風2号，梅雨前線，双葉地区，豪雨，浸水被害，取手市

Key words: Typhoon No.2 (Mawar), 2023, Baiu-front, Futaba Area, Heavy Rainfall, Flood Damage, Toride City

1. はじめに

2023年5月20日15時にカロリン諸島近海で発生した台風第2号（以降は2号と記載）は、25日12時にマリアナ諸島近海で猛烈な台風に変わった。その後、台風2号は27日9時に非常に強い勢力に

変わり、速度をやや速めてフィリピンの東海上を西に進んだ。台風2号は30日には沖縄の南海上を北上し、大型の勢力で6月1日夜遅くには沖縄に最接近した。その後、大型の台風2号は進路を東寄りに変えて本州の南海上を東北東に進み、3日

¹ 山口大学大学院創成科学研究科
Graduate School of Sciences and Technology for Innovation,
Yamaguchi University

² 山口大学大学院創成科学研究科(現 アジア航測株式会社)
Graduate School of Sciences and Technology for Innovation,
Yamaguchi University (Current Asia Air Survey Co., Ltd.)

本稿に対する討議は2025年1月末日まで受け付ける。

の朝には紀伊半島の南海上に接近した後、15時に伊豆諸島近海で温帯低気圧に変わった。一方、1日から3日午前中にかけて本州付近には梅雨前線が停滞し、前線に向かって台風2号周辺の非常に暖かく湿った空気が流れ込んだ影響により、前線の活動が活発になった(気象庁, 2023a; 東京管区気象台, 2023; 大阪管区気象台, 2023)。

この影響により、西日本から東日本の太平洋側を中心に大雨となり、高知県、和歌山県、奈良県、三重県、愛知県、静岡県では線状降水帯が発生し、1時間に80 mm以上の猛烈な雨が降り、作手(愛知県新城市)、湯浅(和歌山県湯浅町)、清水(和歌山県有田川町)で1時間降水量の観測史上1位の値を更新した。降り始めからの降水量は東海地方で500 mmを超えたほか、四国地方、近畿地方、関東地方でも400 mmを超え、土浦(茨城県)、越谷(埼玉県)、練馬(東京都)では平年の6月の月降水量の2倍を超える大雨に見舞われた(東京管区気象台, 2023; 水戸地方気象台, 2023; 熊谷地方気象台, 2023)。

本報告で調査対象とした茨城県取手市の双葉地区は、一級河川の利根川支流の小貝川と牛久沼に挟まれた氾濫平野に位置し、過去には幾度となく

水害に見舞われてきた地域である。このような水害地形と水害の履歴を有する本地域は、高度経済成長期の1966(昭和41)年から宅地開発が進み、当時としては県内で最大級の「双葉団地」(開発当初は「新川団地」の呼称)が形成されるに至った。しかし、開発後は度重なる内水氾濫に見舞われ、今回の水害でも甚大は浸水被害が生じている。新興住宅地として開発された本地区では急速に進む人口減少と高齢化も重なり、水害地形を改変して開発を推し進めてきた住宅地における潜在的な課題を浮き彫りにしていると言える。

ここでは、取手市の双葉地区を対象に、大雨により発生した浸水被害について、降水などの時間的・空間的特徴、土地利用の変遷と水害リスクの分析、現地での実測浸水深の調査などに基づく被害状況、人口減少と高齢化の現状などについて、解析を行った結果を報告する。

2. 豪雨と浸水被害の概要

図1には、2023(令和5)年6月3日3時の天気図(気象庁ホームページより転載)と気象衛星「ひまわり」の赤外画像(高知大学, 2023)を示した。台風2号が南海上を東北東に進んでおり、北

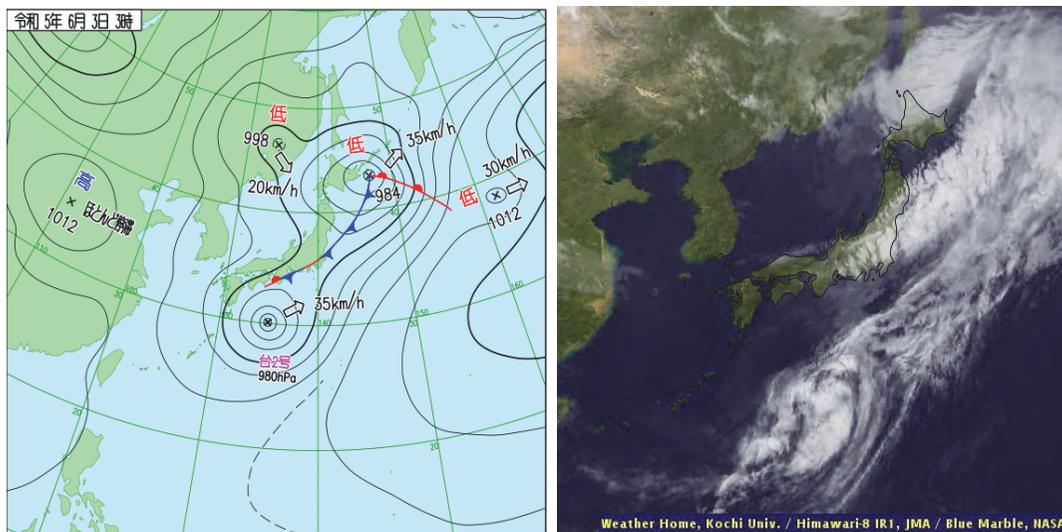


図1 2023年6月3日3時の天気図(左, 気象庁ホームページより転載)と気象衛星「ひまわり」の赤外画像(右, 高知大学, 2023)(筆者らが日本列島の輪郭を加筆)

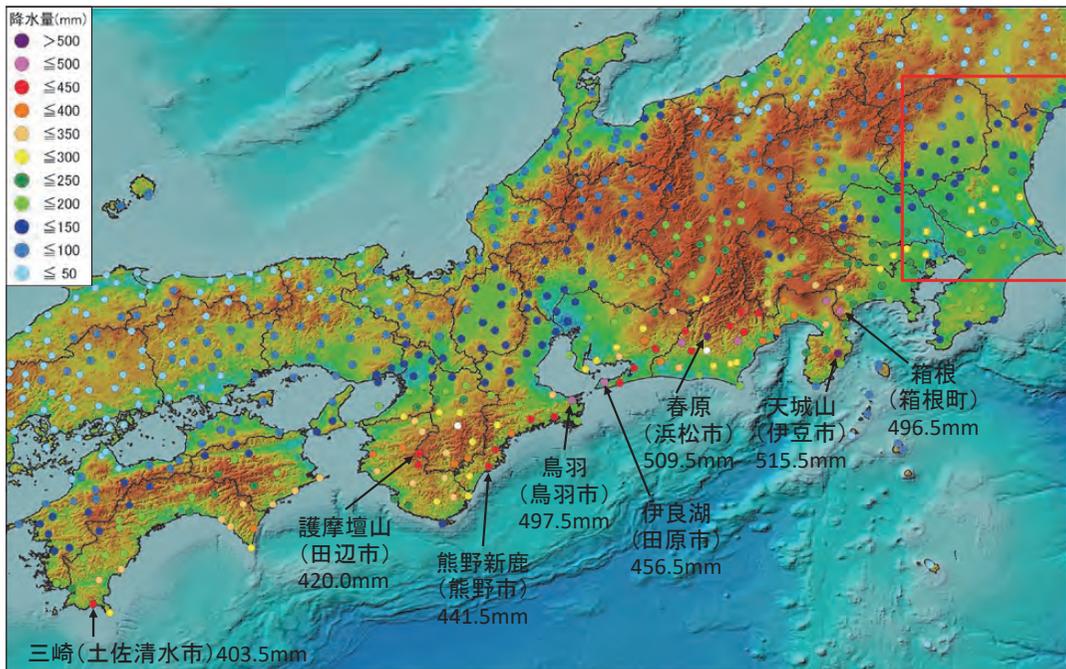


図2 2023年6月2日～3日(2日間, 48時間)の積算降水量の分布図(赤枠は図3の範囲と一致)

海道の道東沿岸から延びる梅雨前線が、関東・東海・近畿地方の南岸に停滞しており、気象衛星「ひまわり」の赤外画像でも発達した雲域が確認できる。

図2には、気象庁のアメダス観測値を基に筆者らが作成した2023年6月2日～3日(2日間, 48時間)の積算降水量の分布図を示した。なお、赤枠は後掲する図3の範囲と一致している。アメダスで観測された2日間の積算降水量の最高値は静岡県伊豆市の天城山の515.5 mmで、静岡県浜松市の春野で509.5 mmと500 mmを上回っている。また、積算降水量が300 mmを超える範囲が、四国地方の足摺岬と室戸岬付近を含む太平洋沿岸から紀伊山地、三重県の東紀州・伊勢志摩地域、愛知県の東三河地方、さらには静岡県の山岳部から神奈川県箱根町へと東西に帯状に及んでおり、高知県・徳島県・和歌山県・奈良県・三重県・愛知県・静岡県・神奈川県の広い範囲で豪雨に見舞われていることがわかる。

表1には、2023年台風2号および梅雨前線によ

る被害状況について、上段は県別(消防庁応急対策室, 令和5年11月15日13時現在, 2023), 中段は茨城県の市町別(茨城県防災・危機管理課, 令和5年6月27日16時現在, 2023), 下段は取手市双葉地区(取手市安全安心対策課, 2023)に分けて示した。人的被害は、死者6人(静岡県・和歌山県各2人, 愛知県・沖縄県各1人), 行方不明者2人(神奈川県・和歌山県で各1人)で、重傷者・軽傷者はそれぞれ5人・44人となっている。住家被害は全壊24棟, 半壊509棟で、半壊の3分の2を茨城県(327棟)が占めている。床上浸水は2,379棟で和歌山県(964棟), 埼玉県(793棟), 愛知県(354棟)の順で、床下浸水は7,243棟で埼玉県(3,261棟), 和歌山県(2,131棟), 愛知県(767棟)の順となっており、全体で1万棟を超える被害に達している。本報告で対象としている茨城県の被害住家は790棟で全体の8%弱ではあるが、全壊と半壊で328棟と全体の60%強にも上っている(茨城県防災・危機管理課, 2023)。茨城県内を市町別に見ると、取手市の被害が半壊325棟,

表1 2023年台風2号および梅雨前線による被害状況

県別(消防庁応急対策室, 令和5年11月15日13時現在, 2023)

県名	人的被害(人)				住家被害(棟)					
	死者	行方不明者	重傷者	軽傷者	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	一部損壊	合計
茨城県				5	1	327	30	426	6	790
埼玉県				5			793	3,261		4,054
静岡県	2			1	6	11	186	445	21	669
愛知県	1			2	3	141	354	767	8	1,273
和歌山県	2	1	1	4	9	27	964	2,131	16	3,147
その他	1	1	4	27	5	3	52	213	70	343
合計	6	2	5	44	24	509	2,379	7,243	121	10,276

市町別(茨城県防災・危機管理課, 令和5年6月27日16時現在, 2023)

市町名	人的被害(人)				住家被害(棟)					
				軽傷者	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	一部損壊	合計
龍ヶ崎市				1		1	1	19	4	25
鉾田市				1			6	43		49
取手市						325		242		567
土浦市							7	14		21
稲敷市							2	14		16
つくばみらい市							1	38		39
茨城町							1	9	1	11
常総市								10		10
その他				2	1	1	13	35	1	51
合計				4	1	327	31	424	6	789

取手市 双葉地区(取手市安全安心対策課, 2023)

	住家被害(件)					合計
	中規模半壊 ¹⁾	半壊 ¹⁾	一部損壊 ¹⁾	床上浸水	床下浸水	
現地被害認定調査				324 ³⁾	240 ³⁾	564 ³⁾
罹災証明発行状況	29	276	112 ²⁾			417

¹⁾中規模半壊(床上0.5m以上1m未満の浸水), 半壊(床上0.5m未満の浸水), 一部損壊(準半壊に至らない, 床下浸水)²⁾床下浸水112件, 双葉地区以外の浸水以外の一部損壊11件。³⁾双葉地区以外における床上浸水2件, 床下浸水10件。

床下浸水242の計567棟と県全体の70%強を占めており, 特に半壊は2棟を除き取手市での被害となっている。なお, 茨城県の県別(上段)と市町別(中段)の住家被害の棟数が若干異なっているが, これは取りまとめた月日の違いによるものと推察される。下段に示した取手市双葉地区の被害を見ると, 災害に係る住家の被害認定基準運用指針に基づく「現地被害認定調査」では床上浸水324件, 床下浸水240件の計564件となっており, 中段の市町別に示した取手市の半壊325棟, 床下浸水242棟の数値と若干異なるが, 床上浸水1棟(件),

床下浸水2棟(件)の相違は双葉地区以外での被害であることが, 取手市へのヒアリングで分かっている。「罹災証明発行状況」では, 中規模半壊29件, 半壊276件, 一部損壊112件の計417件となっている。

なお, 茨城県に隣接する埼玉県における住家被害は4,054件(床上浸水793件, 床下浸水3,261件)で, その中でも県東部の越谷市(図4の8・9)では床上浸水600件, 床下浸水2,529件の計3,129件(県全体の77%)に達する甚大な浸水被害に見舞われている(埼玉県危機管理防災部災害対策課,

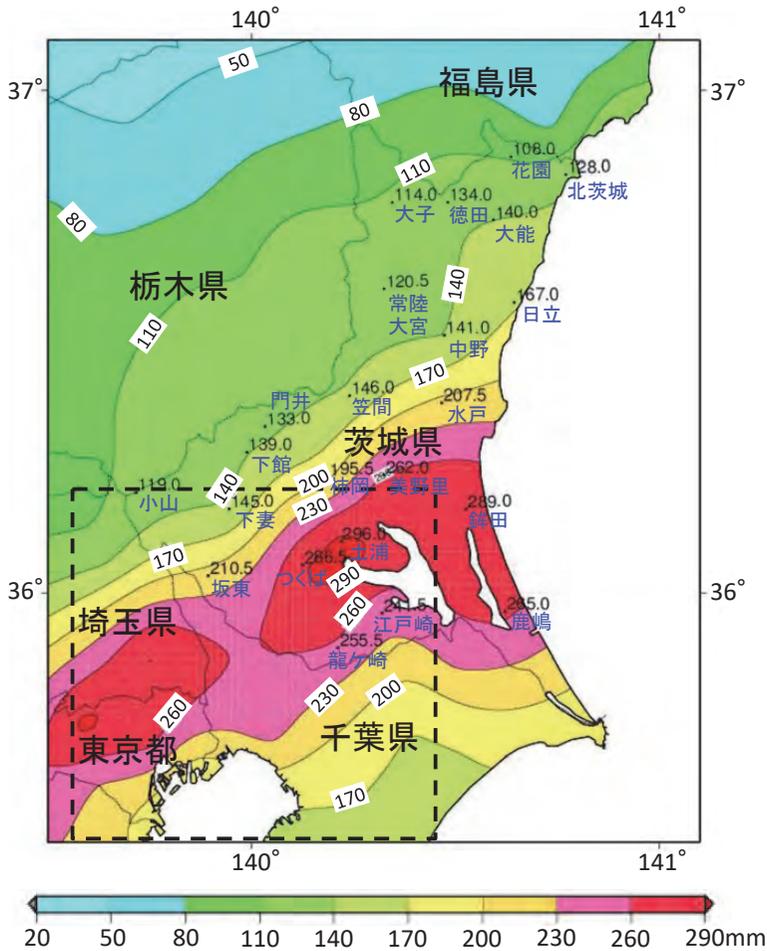


図3 2023年6月2日0時～3日12時(36時間)のアメダス積算降水量(mm)の分布図(水戸地方気象台, 2023)(破線枠は図4の範囲, 筆者らがアメダス地点名等を加筆)

2023)。

図3には、水戸地方気象台が作成した2023年6月2日0時～3日12時(36時間)のアメダス積算降水量の分布図を示した(水戸地方気象台, 2023)。茨城県内には23か所のアメダスが設置されており、最大値は土浦の296.0 mmで、230 mm以上の範囲(ピンク色・赤色)が東京都多摩地域・区部から埼玉県南東部、千葉県東葛飾地域、茨城県の県南・鹿行地域にかけて南南西-東北東の帯状に分布している。

図3に示した豪雨の範囲を詳細に解析するため、

気象庁のアメダス以外の国土交通省や都県の河川課所管の雨量計の観測データを筆者らが「川の防災情報」などから収集し、2023年6月2日～3日(2日間, 48時間)の積算降水量の分布図として示したものが図4である。アメダスデータより作図した図3では260 mm以上の豪雨域が千葉県の野田地域で分断されているが、図4の高密度の雨量観測では東京都の北部から埼玉県南東部、千葉県の野田市、茨城県の南部にかけて、250 mm以上の豪雨域が楕円状に分布しており、より詳細な降水量の分布を知ることができる。特に、本報告

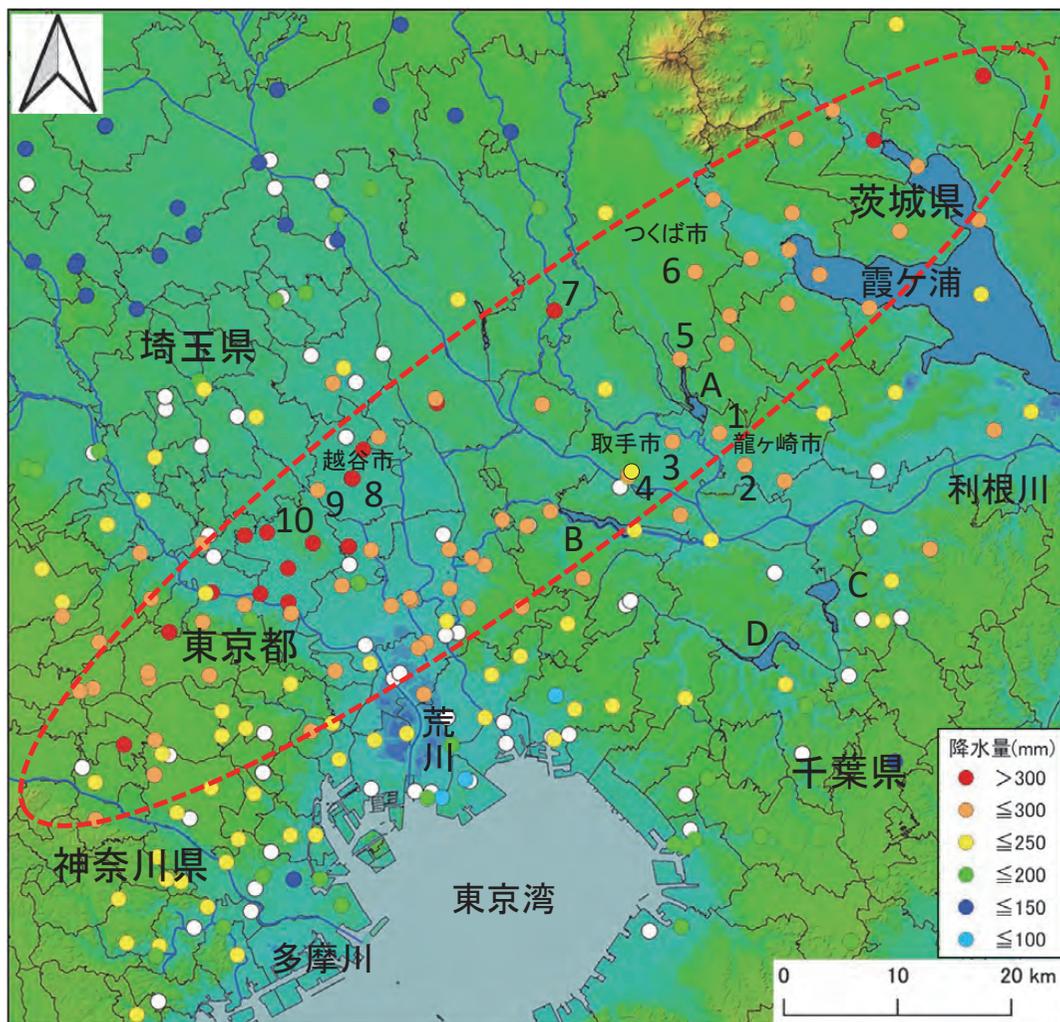


図4 2023年6月2～3日(2日間, 48時間)の積算降水量分布図(白抜きは欠測, 破線は250 mm以上の範囲, 1:竜ヶ崎(土木事務所), 2:龍ヶ崎アメダス, 3:藤代(取手市), 4:取手, 5:茎崎橋(つくば市), 6:つくば(つくば市, 館野), 7:水海道(常総市), 8:越谷(江戸川河川事務所), 9:越谷アメダス, 10:柳根排水機場(川口市), A:牛久沼, B:手賀沼, C:北印旛沼, D:西印旛沼)

を対象とした茨城県の取手市(3:藤代, 4:取手)・龍ヶ崎市(1:竜ヶ崎土木事務所, 2:龍ヶ崎アメダス)を始め, 牛久沼に流入する河川(西谷田川・谷田川・稲荷川)の上流部や小貝川流域に位置する北側一帯(5:茎崎橋, 6:つくば(館野), 7:水海道)でも豪雨に見舞われていることがわかる。なお, 2日間の積算降水量の最大値は埼玉県川口市に位置する柳根排水機場(10)の362 mmで, 川口市に隣接する越谷市(8:江

戸川河川事務所)でも300 mmを超える豪雨となっている。

3. 取手市における浸水被害の特徴

3.1 降水の推移と過去の観測値との比較

図5には, 2023年6月2日0時から4日0時(3日24時)までの2日間(48時間)における藤代(下館河川事務所藤代出張所), 取手(利根川下流河川事務所取手出張所), 龍ヶ崎(アメダス, JR

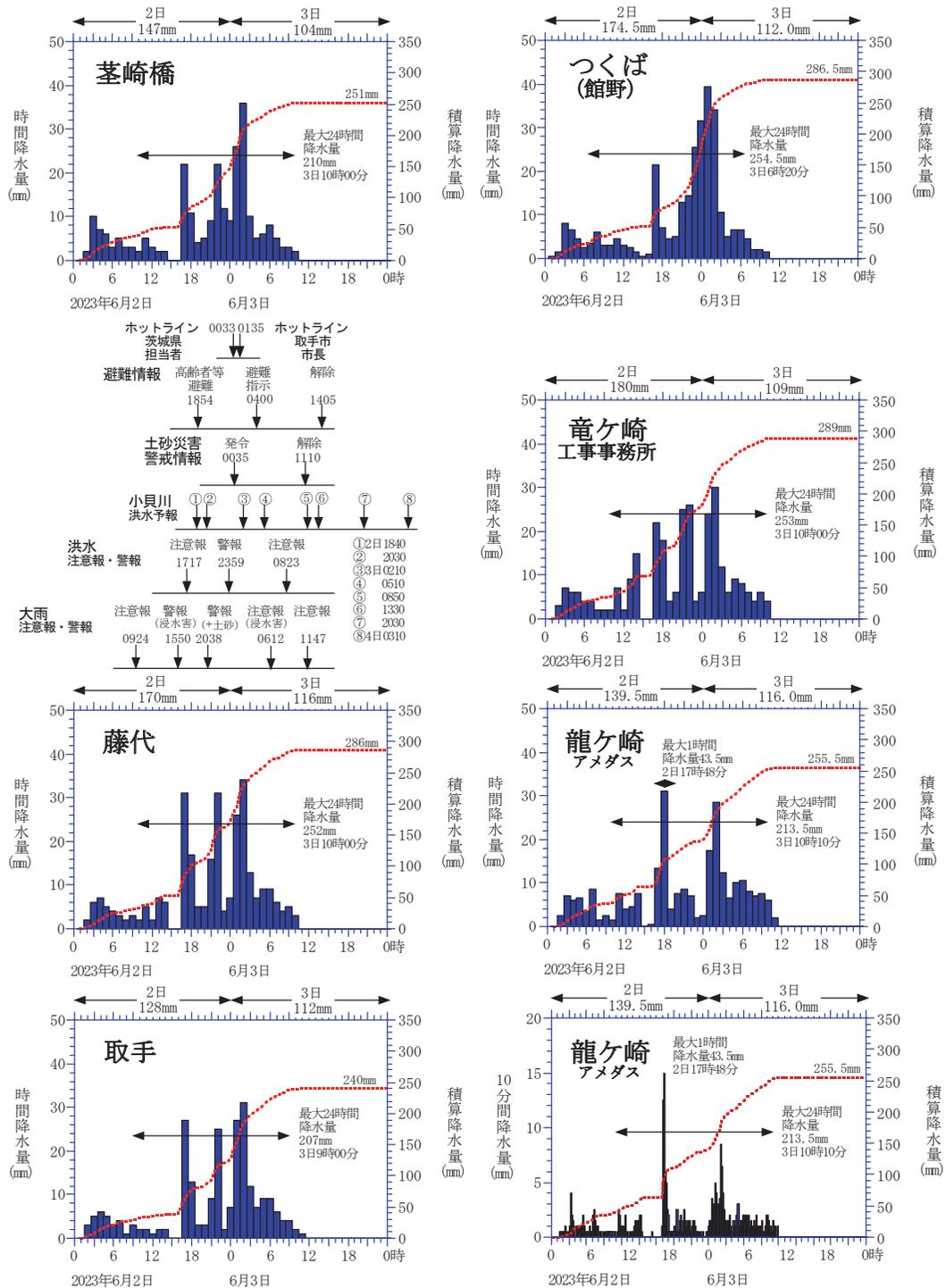


図5 2023年6月2日0時から4日0時(3日24時)までの2日間(48時間)におけるつくば(館野)・茎崎橋・竜ヶ崎(土木事務所)・藤代・龍ヶ崎(アメダス)・取手の降水量, 気象・防災情報の推移

表2 取手における24時間累加雨量のランキング¹⁾

順位	年	気象事象	24時間 累加雨量 (mm)	累加期間
1	1986 (昭和61) 年	台風第10号及び豪雨	259	8月5日 05:00
2	2013 (平成25) 年	台風26号	228	10月16日 09:00
3	1996 (平成8) 年	台風第17号	219.5	9月22日 18:00
4	1991 (平成3) 年	台風17号～19号豪雨風浪	218.5	9月19日 11:00
5	2014 (平成26) 年	台風18号	214	10月6日 11:00
6	1981 (昭和56) 年	台風第24号風浪と豪雨	210	10月23日 02:00
7	2023 (令和5) 年	台風2号及び梅雨前線豪雨	207	6月3日 10:00
8	2004 (平成16) 年	台風22号及び豪雨	182	10月9日 19:00
9	1971 (昭和46) 年	台風23・25・26号及び秋雨前線豪雨	159	8月31日 19:00
10	1982 (昭和57) 年	豪雨と台風第18号	155	9月12日 18:00

¹⁾「川の防災情報」より転記。第868位に1971 (昭和46) 年2月21日の豪雨のデータ(0.0 mm)が記載されていることから、1971年1月以降の観測値をランキングしているものと推察される。

龍ヶ崎市駅から南東に約4.5 km)、竜ヶ崎(工事事務所)、荃崎橋(土浦土木事務所所管)、つくば(館野、気象庁の高層気象台)の降水量の推移を示した。なお、降水量の観測所の位置は図4と図6に示している。牛久沼に流入する谷田川の中流に位置する荃崎橋では、6月2日の未明から雨が降り始め、15時前後には一旦降りやんだものの、夕方から再び降り始め、翌日の3日未明には雨量強度が30 mm/hを超える強雨を観測しており、昼前には終息している。降り始めからの積算降水量は251 mmに達し、最大24時間降水量は210 mm(～3日10時)を記録している。荃崎橋の北10 kmに位置するつくばでは、荃崎橋とほぼ同様の降水イベントが観測されているが、積算降水量は286.5 mmで15%弱多い値を観測している。

JR龍ヶ崎市駅(関東電鉄佐貫駅)から東約1 kmに位置する竜ヶ崎では、荃崎橋よりも雨量強度は低いものの、積算降水量は289 mm、最大24時間降水量も253 mmに達している。藤代や龍ヶ崎アメダスでも両者とほぼ同様の降水イベントが生じており、藤代では積算降水量が286 mmであるのに対して、東に位置する龍ヶ崎アメダスは255.5 mm、南西に位置する取手では240 mmとやや少雨傾向となっている。

表2には、「川の防災情報」より転記した取手における24時間累加雨量のランキング(第1～10

位、今回の豪雨を含む)を示した。本データは1971 (昭和46) 年1月以降の観測値をランキングしたもので、今回の豪雨に伴う累積雨量は207 mmで、第7位の記録となっている。第1位は1986年の台風10号及び豪雨で、259 mmを観測しており、東海・関東・甲信・東北の広い地域に大雨を降らせ、16都県で死者21人、住家・非住家を合わせて12万5千棟に上る被害が発生し、8月5日に起こったことから「8.5水害」とも呼ばれている(国立防災科学技術センター、1987)。本豪雨により利根川支川の小貝川の堤防が筑西市(旧明野町)と常総市(旧石下町)で決壊し、150年に一度と言われる洪水災害を引き起こしている(関東地方整備局のホームページ参照)。また、福島県を流れる阿武隈川の決壊による流域での洪水災害(国土交通省 福島河川国道事務所、2017; 山本ら、2020)、栃木県茂木町の逆川の溢水・氾濫による市街地の浸水被害(茂木大水害)が発生している(内閣府、2023a)。第2位の2013 (平成25) 年台風26号では、伊豆大島で大規模な土石流が発生し、死者40人・行方不明者2人の甚大な人的被害が発生している(国土交通省 国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人 土木研究所、2015; 山本ら、2014)。なお、今回の6月豪雨以外は、8月から10月の期間に台風を起因として発生した豪雨によるものとなっている。

表3 つくば(館野)における降水量の順位

順位	日降水量 (mm)	年月日	気象事象	最大24時間 降水量 (mm)	年月日
1位 ¹⁾	265.1	1929年9月10日	台風	278.5	1938年6月29日
2位	258.1	1938年6月29日	台風	273.8	1929年9月10日
3位	230.1	1958年9月26日	台風22号(狩野川台風)	254.5 ³⁾	2023年6月3日 ³⁾
4位	197.8	1966年6月28日	台風4号・梅雨前線	246.0	1958年9月26日
5位	196.2	1948年8月14日		238.5	1986年8月4日
6位	191.5	1996年9月22日	台風17号	224.0	2014年10月6日
7位	191.0	1981年10月22日	台風24号	224.0	1948年8月14日
8位	184.5	1986年8月4日	台風10号(8.5水害)	213.5	1981年10月22日
9位	182.5	1991年9月19日	台風18号	203.8	1966年6月28日
10位	174.5	2023年6月2日	台風2号・梅雨前線	192.5	1996年9月22日
(6位) ²⁾	112.0	2023年6月3日	台風2号・梅雨前線		
統計開始	1921年1月1日		1921年1月1日		

¹⁾通年の順位。 ²⁾6月の順位。

³⁾気象庁ホームページの「過去の気象データ検索」では「6月2日 254.0 mm」と記載されているが、10分間データより求めた最大24時間降水量は「6月3日6時20分 254.5 mm」であることから、「6月3日 254.5 mm」を表に記載した。

表3には、つくば(館野)における降水量の順位を示した。前掲した取手の降水データは約50年の観測期間であるが、気象庁の高層気象台が位置するつくば市の館野では、1921(大正10)年から100年を超える観測記録が存在する。つくばで観測された日降水量は6月2日が174.5 mm、翌日の3日が112.0 mmで、前者は全年を通して第10位、後者は6月の第6位の記録となっている。日降水量の極値(第1位)は1929(昭和4年)9月の台風、第2位は1938(昭和13)年6月の台風による豪雨で、後者は水戸測候所から刊行された『昭和十三年 六月廿九日 豪雨調査報告』により、茨城県内の豪雨と被害の特徴を知ることが出来る(水戸測候所, 1938)。なお、第3位は関東地方に甚大な浸水被害が生じた「狩野川台風」により観測された230.1 mmとなっている。今回の豪雨は2日から3日にかけての2日間(174.5 mm + 112.0 mm = 286.5 mm)を跨ぐ降水イベントであることから、最大24時間降水量の254.5 mmは第3位の記録となっており、狩野川台風の第4位の記録(246.0 mm)を超えることから、きわめて稀な降水イベントであったことがわかる。このように、取手(52年間)・つくば(101年間)での過去の観測記録に基づく解析から、きわめて稀な降

水が茨城県の県南地域に降っていたことが明らかになった。

3.2 気象情報・防災情報の時系列的推移

図5の藤代(取手市)の時間降水量の上段には、豪雨時に発表・発令された注意報・警報、洪水予報、土砂災害警戒情報、避難情報、河川管理者からのホットラインなどを時系列に示している。水戸地方気象台から大雨注意報が6月2日の9時24分に発表され、15時50分には大雨警報(浸水害)に切り替わり、20時38分には土砂災害も追加されている。また、2日の17時17分には洪水注意報が発表され、23時59分には警報へ切り替わっており、18時54分の時点で高齢者等避難(警戒レベル3)が取手市より発令されている。翌日の3日0時35分には土砂災害警戒情報が発令され、直前の0時33分に茨城県、1時35分に取手市が河川管理者からのホットラインによる情報の提供を受けている。また、小貝川の洪水予報は2日18時40分に第1回(①)が発表され、4日3時10分の第8回(⑧)まで実施されている。降水のピークが3日の未明から明け方にかけて発生したこともあり、避難指示が4時(日の出時刻:4時23分)になって発令されているが、これは土砂災害警戒区域に居住する

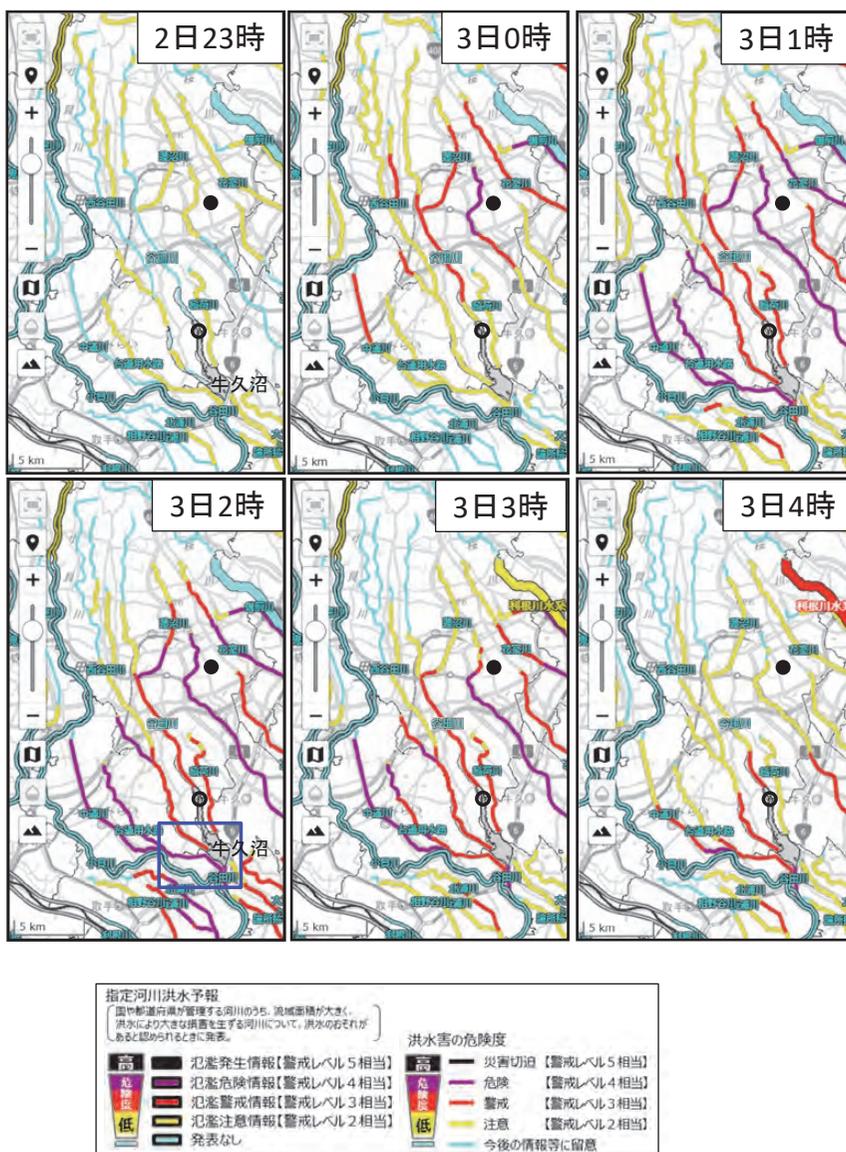


図6 2023年6月2日23時から3日4時(1時間毎)の洪水キキクル(気象庁, 2023b)に示された洪水害の危険度(●はつくば(館野), ○は茎崎橋(雨量観測所)の位置, 青枠は図7の範囲と一致)

住民に対してであり、内水氾濫が発生した双葉地区への避難情報の発令は実施されなかった。

図6には、強雨を観測した2023年6月2日23時～3日4時(1時間毎)の洪水キキクルを転載して示した(気象庁, 2023b)。本報告で対象とした茨城県の取手市の双葉地区(双葉団地)は、地区

の北東を勘兵衛堀排水路、南西を太夫落排水路が流れ、上流は台通水路(昭和48年完成)が通じており、小貝川の福岡堰(つくばみらい市)を水源とし、取水した農業用水は分岐した台通水路により一帯の水田へ自然灌漑を行っている(福岡堰土地改良区, 2023)。台通水路の流域では、



図7 2023年6月3日2時の洪水キキクル(気象庁, 2023b)(筆者らが加筆, 1・2は新川第1・第2排水機場の位置)

2日23時の時点では黄色の「注意」(警戒レベル2)であったが、2時間後の3日1時には紫色の「危険」に変わっている。図7には3日2時の洪水キキクルを拡大して示したが、双葉地区の北東側を通る勸兵衛堀排水路、牛久沼から流出する谷田川(通称、八間堀)では、紫色の「危険」を示していることがわかる。なお、図7に示された台通用水路の位置は若干ずれて表示されているが、ここでは修正はしていない。

3.3 取手市における内水実績と双葉地区における土地利用の変遷

図8には、取手市の内水実績ハザードマップ(平成24(2012)年度から令和3(2021)年度の間)に取手市に通報があった床上・床下浸水・道路冠水情報をもとに作成)を示した(取手市安全安心対策課, 2022)。床上・床下浸水・道路冠水の箇所を薄茶色の○で示しており、○の重なりが多い箇所ほど濃い茶色の表示となっている。また、住宅が立地しない水田地帯は、冠水していても表示が記されておらず、住宅地域における浸水が主体に示されている。実績箇所は、利根川北岸にJR

取手駅の東から関東鉄道(常総線)に広がるエリア、小貝川南岸のJR藤代駅から国道6号にかけてのエリア、そして牛久沼南岸の双葉地区のエリアなどとなっている。特に、双葉地区内の南エリア(1丁目と2丁目に相当)は○がいくつも重なって最も濃い茶色を示しており、安全安心対策課へのヒアリングでは、2021年度までの10年間で双葉地区での浸水被害の通報が82件に及び、他の地区と比べてかなり多いと述べている。

図9には、取手市の双葉地区周辺の標高図(上)(破線枠は図11・図12(双葉地区)の範囲と一致)と治水地形分類図(下)(国土地理院「地理院地図」より転載)を示した。図中の1・2は新川第1・第2排水機場、Aは龍ヶ崎工事事務所の雨量計、Bは下館河川事務所藤代出張所の雨量計の位置を示している。一級河川の小貝川は、過去に幾度となく洪水を引き起こしている「暴れ川」で、兩岸には自然堤防が形成され、後方には後背湿地や氾濫平野が広がっている。古くから流域で暮らす農家などは、標高が周囲より高い自然堤防の微高地に住居を構え、水田作を中心とした農業を営んできたが、高度経済成長期における首都圏での戸建

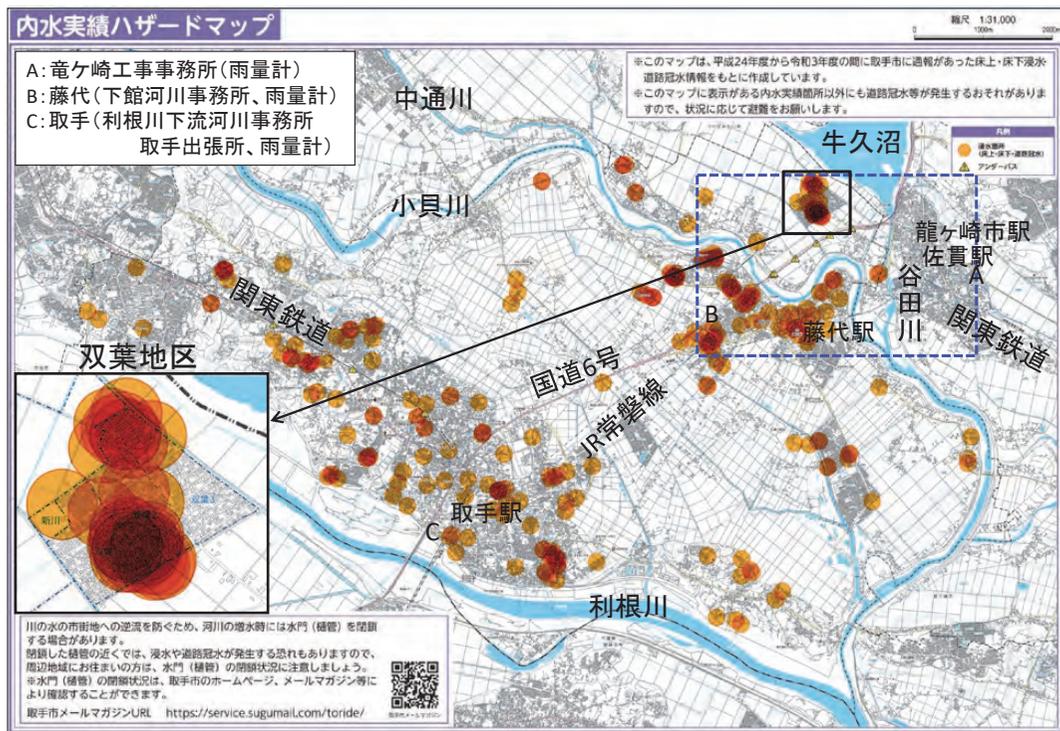


図8 取手市の内水実績ハザードマップ (平成24年度から令和3年度の間に取手市に通報があった床上・床下浸水・道路冠水情報をもとに作成) (取手市安全安心対策課, 2022) (青色破線枠は図9の範囲と一致)

て住宅のブームに応じて、氾濫平野や後背湿地の水田を転用した宅地開発が進められた。今回の水害により甚大な浸水被害に見舞われた双葉地区は、牛久沼と小貝川に挟まれた氾濫平野に位置し、周辺よりも低い標高4～5mの土地に盛土をして宅地化が行われている。

筆者らによる現地でのヒアリング調査から、このエリアは開発前には双葉地区の西側に位置する萱場(かやば)地区の農家(約30戸)が、茅葺屋根の材料となる「茅・萱(カヤ)」を採集するための「カヤ場」で、30年に1度、茅葺屋根を順番で葺き替えていたと証言している。その後、茅葺屋根から瓦屋根や金属屋根へと屋根材が移り変わっていったことにより、牛久沼の北に位置する茎崎町(2002年11月につくば市へ編入合併)の建設業者が宅地造成に乗り出したと述べている。双葉団地の入口右手に立地する「双葉自治会館」の玄関脇には「藤代町公民館新川団地分館」の石碑(双葉

団地の開設時は新川団地の名称)があり、そこには「寄贈者 山一産業株式会社 代表取締役 堤 勘時」と書かれ、「山一産業株式会社は北相馬郡藤代町大字新川御立野に於いて住宅団地を建設し 居住者の生活と隣人愛を図り以つて 文化の振興と社会福祉の増進のために本公民館及び施設を寄贈された行為にたしいて永くここに頌徳記念するものである」と、昭和48年3月当時の藤代町長であった長東義知氏が記している。ここには、山一産業株式会社の略歴が記されており、「堤 勘時氏は山一産業株式会社の代表取締役として昭和39年2月この地御立野が当時葦繁げる広漠たる原野なるを恵まれた環境を生かし理想の住宅団地へと開発に着手 一切を投げうって幾多の曲折を越え橋梁進入道路を建設し昭和41年3月住宅を建築以来 今日迄一筋に精励され1,650棟の住宅を建築 民間として県内随一の新興団地を完成 地域の発展に寄与するところ 誠に大きく(後略)」と記

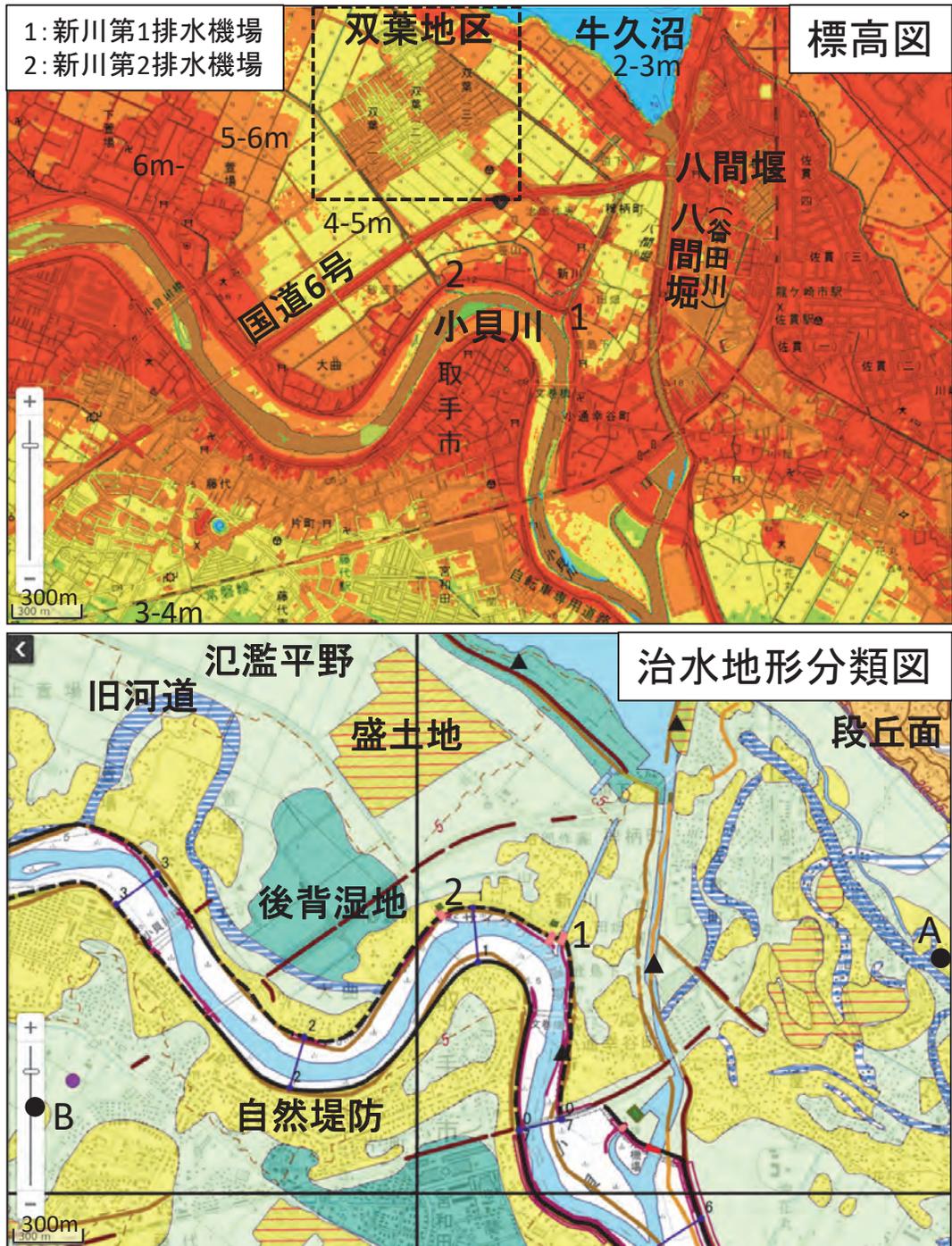


図9 取手市の双葉地区周辺のDEM標高図(上)(破線枠は図11と一致)と治水地形分類図(下)(国土地理院「地理院地図」より転載)(1・2は新川第1・第2排水機場, Aは竜ヶ崎工事事務所(雨量計), Bは藤代出張所(雨量計), ▲は水位計の位置)

されている。このように、前掲した住民の証言にあるように、1964(昭和39)年2月に「カヤ場」を21.8 haの住宅地として開発に着手し、1966(昭和41)年3月から住宅の建設が始められ、同年6月から入居が開始されている(藤代町, 2004)。なお、開発に前後して1963(昭和38)年には国鉄常磐線の上野-勝田間が電化され、1964年10月号の『時刻表』(JTBパブリッシング, 2019)では、双葉団地から最寄りの佐貫駅(現在はJR龍ヶ崎駅)と上野駅間で1時間強(現在は約50分)と都内への通勤も便利となり、ベッドタウン化が進んだ。さらに、1965(昭和40)年には上水道の給水も開始され、生活環境が向上し始めている。

1968(昭和43)年に新都市計画法に基づく取手都市計画区域が決定し、1971(昭和46)年に市街化区域・市街化調整区域、1973(昭和48)年に用途地域が決定されている(日本都市総合研究所, 1987; 藤代町, 2003)。このような法整備の経緯から、双葉団地の開発は新都市計画法が施行する前の無指定(非線引き)の状況で実施されていることがわかる。

図10には、取手市の双葉地区における土地利用の変遷を、旧版地図と空中写真を用いて示した(旧版地図は「今昔マップ」(谷, 2017)、空中写真は国土地理院「地理院地図」と「地図・空中写真閲覧サービス」より転載・加筆)。1903(明治36)年と1928(昭和3)年に陸軍の陸地測量部が作成した旧版地図では、赤色破線で示した双葉団地の部分は、周辺に記された地図記号の「水田」とは異なり、「蘆及湿地」の地図記号(財団法人日本地図センター, 2011)が記載されており、この時点で「蘆(ヨシ)」が茂る「茅場・萱場(カヤ場)」であったことが伺える。

終戦直後の1948(昭和23)年の空中写真(3月26日撮影)では、周囲の水田とは異なり葦らしきものが写っており、1962(昭和37)年の双葉地区が開発される前の空中写真でも、短冊状の形状をした萱場らしきものが写っている。1968(昭和43)年の空中写真は、前掲した1966(昭和41)年3月の住宅の建設開始(第I期19.0 ha)から2年が経過した時期で、造成地の南側のエリアを中心

に住宅建設が急ピッチで進められている。1975(昭和50)年の空中写真には1~2丁目の奥に隣接していた水田も宅地化(第II期4.6 ha)されて住宅が建設され、2~3丁目奥の北側に隣接していた水田も宅地開発による区画整備(第III期2.0 ha)が行われている。1979(昭和54)年の空中写真では、前掲した2~3丁目奥の北側に隣接していた宅地にも住宅が建設され始め、この時点でほぼ現在の双葉地区の状況となっており、2008(平成20)年の空中写真でも3丁目の宅地に数件の住宅が建てられた以外には大きな変化は認められない。このように、1966(昭和41)年から十数年で団地がほぼ完成(第I~III期25.6 ha)しており、高度経済成長期における昭和40年初頭から同50年前半の戸建て住宅の建設ブームに乗り、大規模な団地(第I期1,224棟+第II期307棟+第III期112棟=1,643棟は国土数値情報より算出した棟数で、前掲した1,650棟とほぼ一致)が形成されるに至った。

3.4 取手市の双葉地区における浸水被害の状況

図11には取手市の双葉地区のDEM標高図に示した筆者らの現地調査により得られた浸水深(地盤からの高さ, cm)、標高(m, 都市計画図より転記)、A・Bの位置およびA-B区間の縦断図、図12には取手市の双葉地区における浸水深(地盤からの高さ, cm)から算出した浸水深標高(cm)(標高5.3 m以下のエリアを白色、建物を黄色で表示)を示した。さらに、写真1には取手市の双葉地区における浸水深(浸水痕跡)の状況(地盤からの高さ, cm)を示した。

今回の水害により、双葉地区では約1,120世帯の住宅のうち床上浸水が324件、床下浸水が240件の計564件にも及んでいる(取手市安全安心対策課, 2023)。なお、双葉地区がある茨城県の取手市、和歌山県の海南市、埼玉県の草加市・越谷市・北葛飾郡松伏町は、6月2日付で災害救助法の適用が決定されている(内閣府, 2023b)。

双葉地区は、前掲したように萱場(カヤ場)であった低平地に盛土をして平坦に造成して宅地化を行い、住宅が建設された。しかし、地区の中央

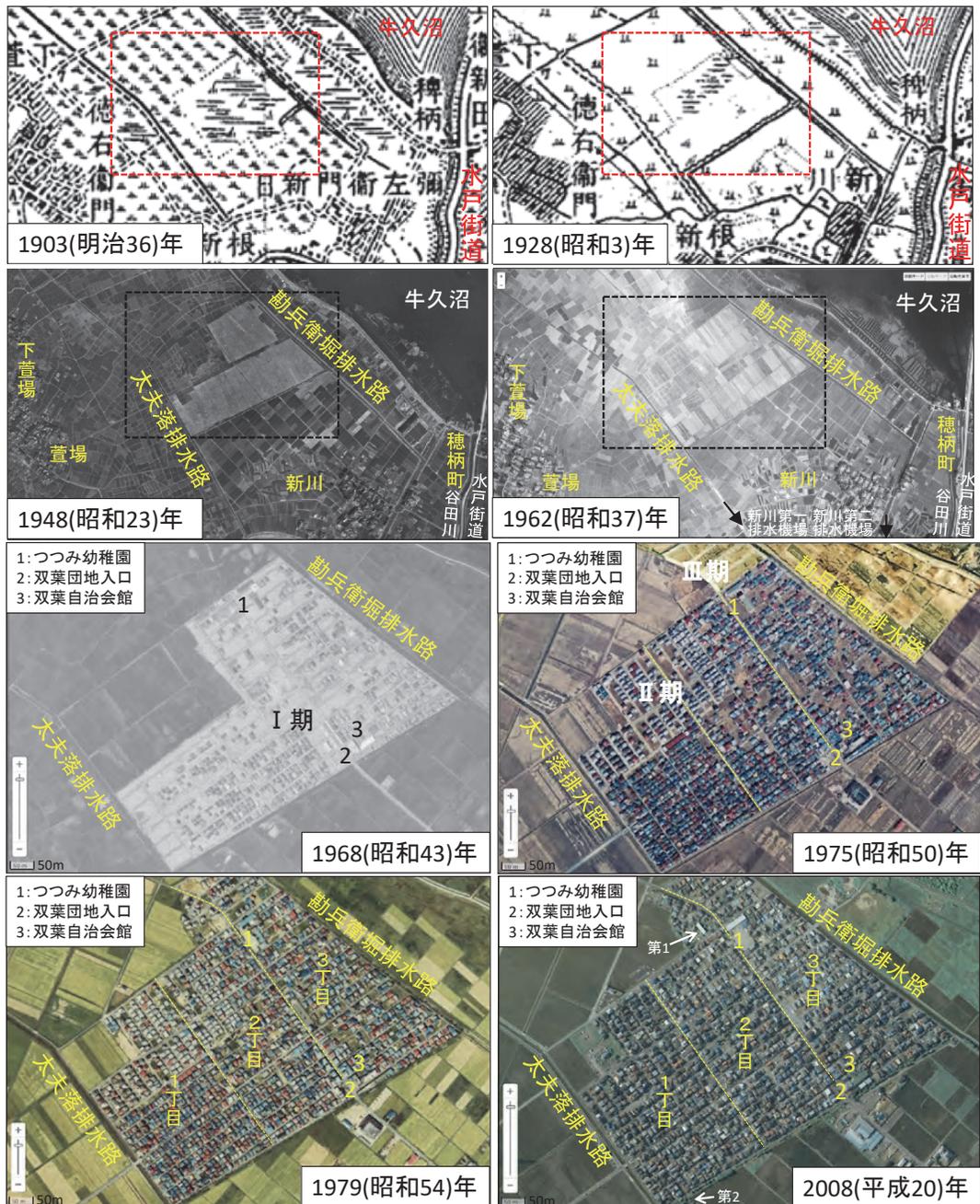


図10 取手市の双葉地区における土地利用の変遷(旧版地図は「今昔マップ」(谷, 2017), 空中写真は国土地理院「地理院地図」と「地図・空中写真閲覧サービス」より転載・加筆)(1909年と1928年の赤色破線, 1948年と1962年の黒色破線で示した範囲は, 1968~2008年の範囲と一致)

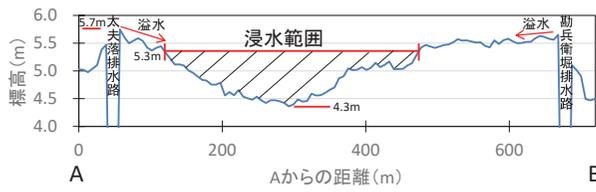


図11 取手市の双葉地区のDEM標高図に示した筆者らの現地調査により得られた浸水深(地盤からの高さ, cm)、標高(m)、A・Bの位置およびA-B区間の縦断面図(□は水準点)

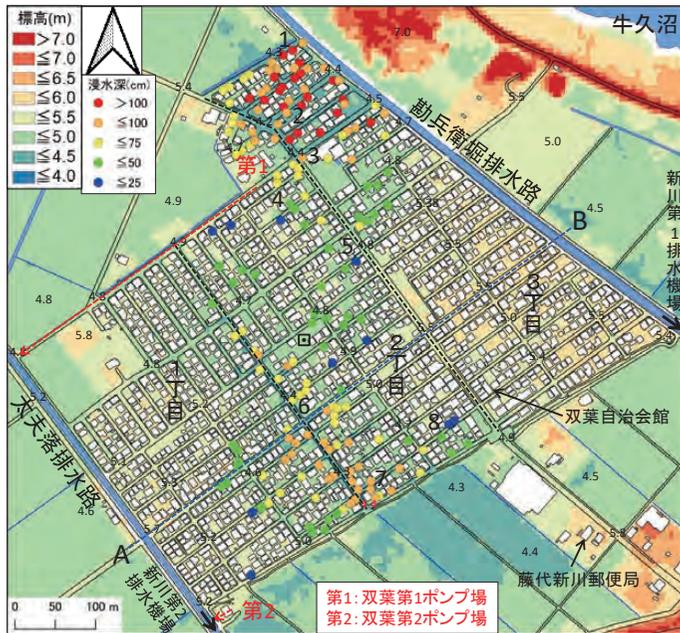


図12 取手市の双葉地区における浸水深(地盤からの高さ, cm)から算出した浸水深標高(cm)(標高5.3m以下のエリアを白色、建物を黄色で表示)



写真1 取手市の双葉地区における浸水深(浸水痕跡)の状況(地盤からの高さ, cm)

部分では南北に標高が東西より低いエリアがあり、このエリアを中心に浸水被害の発生が確認できる。牛久沼付近は軟弱地盤の収縮により地盤沈下が生じており(磯部, 1986; 水谷, 1999)、双葉地区の中央に位置する双葉第一公園(2丁目10番)内に設けられ茨城県所管の水準点(図11, 12で□の表示)では、1973(昭和48)年から2023(令和5)年の50年間で61 cmの地盤沈下が生じており、取手市における国土地理院での資料調査でも双葉団地の開発直後からの地盤沈下は130 cmに上っていると述べている。地区周辺の橋梁の橋脚はパイルなどによって支えられているためほとんど沈んでいないが、両側の道路の地盤は軟弱層の収縮に伴って沈下して段差が生じており、地盤沈下が地区内の比高差にも影響を及ぼしていることが示唆される。

双葉3丁目の地区北側の街区(第Ⅲ期)は、図10の1975(昭和50)年の空中写真で分かるように双葉地区では最後に造成された一角で、この部分の標高が最低で4.2 mと低いこともあり、写真1①の住宅では盛土をして、地盤からの高さ57 cmに住宅が設けられているものの、高さ110 cmに浸水痕跡が確認でき、床上浸水の被害が発生している。この一帯では1 m前後の浸水深(写真1②)が認められており、本街区での最高浸水深は115 cmとなっている。写真1③は認定こども園「つつみ幼稚園」(1968(昭和43)年開園、図10参照)における特別高圧施設(キュービクル)の浸水痕跡を示しており、地盤からの高さ40 cmの位置に設置されてはいるが、地盤から高さ85 cmに浸水痕跡が確認できる(写真左上の浸水状況は、つつみ幼稚園のホームページより転載)。園舎内は床上浸水の被害を受けて一時休園を余儀なくされており、被災直後から職員やボランティアによる復旧作業が進められていた。被災1か月後の7月3日に3～5歳児(110人)の受け入れを再開しており、全面再開に向けての復旧作業が進められている(茨城新聞, 2023; つつみ幼稚園, 2023)。

写真1④には、双葉2丁目に位置する分譲中の新築住宅を示した。地盤から高さ50 cmまで盛土

と床を上げて住宅が建設されており、浸水高が33 cmであったが、床上浸水の被害を免れている。しかし、近隣の住宅では建設当初に盛土や床を高くして住宅を建設していないケースも多く見受けられ、写真1⑤の住宅では地盤からの高さ20 cmに浸水痕跡が確認でき、甚大は被害に見舞われている。写真1⑥の建築中の住宅では、地盤から60 cm高くして住宅が建設されているが、高さ72 cmに浸水の痕跡が確認でき、浸水被害を十分に回避できていないことがわかる。写真1⑦は、手前が双葉地区の開発当初に建てられた住宅で、奥には立て替えにより基礎と床を約1 m高くして建築された住宅を示している。手前の住宅は基礎を上げずに建築されたことから地盤から高さ95 cmに浸水痕跡が認められ、床上浸水の被害が生じている。一方、奥の新築住宅では床下浸水に止まっており、隣接する住宅であっても被害の状況が大きく異なっていることがわかる。写真1⑧の店舗も36 cmの浸水高と比較的浅い浸水深にも関わらず、床上浸水の被害が生じている。

このように、双葉地区の開発当初に建てられた住宅や店舗は、宅地の盛土や床を高くして建築された住宅が少ないため、地盤からの浸水深が浅くても甚大な浸水被害を受けているケースが多く確認できる。筆者らのヒアリング調査では、当時坪単価1万円(坪6,000円で購入したとの証言もある)で購入した宅地(宅地50坪として土地代が50万円)に対して、住宅を新築する際に水害のリスクを考慮して盛土による宅地の嵩上げに40万円を投じたと、住民が証言している。また、住居している世帯が2世代目に移行したところでは、建て替えにより盛土や基礎を高くして新築するケースも見受けられており、これらの住宅では浸水被害の回避や床下浸水に止まったケースが数多く見受けられている。

双葉自治会の副会長を務める諏訪道明氏へのヒアリングでは、自宅が太夫落排水路の近くにあるが、標高が高い(約5.5 m)ため、水路からの溢水により道路や宅地に流れ込んできた氾濫流は、地区内の標高が低い中央部の2丁目へと流れ込んで、自宅は浸水被害を受けなかったと述べている。写

真には示していないが、地区周辺の両排水路から地区内を見通すと道路が上下に凸凹しており、図11の上段に示したA-B間の縦断面図でも明らかのように、地盤沈下や盛土の状況などにより約1.4 mの高低差(最低4.3 m～最高5.7 m)が生じている。図12には標高に浸水深(地盤からの高さ)を加えた10 cm毎の浸水深標高(cm)、標高5.3 m以下のエリア(白色)と建物(黄色)を示しているが、筆者らの現地調査から標高が5.3 m前後で道路への冠水が確認されており、この範囲まで氾濫水が滞留していたものと推察され、浸水深標高の平均値530 cm(標準偏差15 cm)とほぼ一致している。1丁目と2丁目の境界に北西から南東方向に流れる暗渠水路が造られており、地区内の雨水が水路に流れ込むように排水勾配を設けていたことも、中央部で浸水深が深くなった要因と考えられる。その一方で、浸水深標高が最高6 m弱の箇所も算出されており、局所的に標高に対して浸水深が深かったケースも認められた。

なお、双葉地区内の北側の「双葉第1ポンプ場」、南側の「双葉第2ポンプ場」に計5機のポンプが整備され、地区内に滞留した雨水を南西側の「太夫落排水路」に排水させている。さらに、小貝川北岸には勸兵衛堀排水路(別称:古八間排水路、上流は台通用水路)の末端に設けられた新川第1排水機場(排水能力:2.34 m³/秒)、大夫落排水路の末端に設けられた新川第2排水機場(排水能力:4.80 m³/秒)(両方とも農業用排水機場:藤代町防災会議, 1997)が久賀地区灌漑防除施設管理運営委員会によって管理・運営されている(藤代町防災会議, 1997)。今回の豪雨においては、両方の排水機場では排水ポンプの能力を超えたことから排水処理が追い付かず、小貝川の水位が上昇したことも影響して両排水路の水位が高い状況が維持されたことにより、双葉地区内へ氾濫流が流れ込み、内水氾濫が発生したものと推察される。なお、今回の豪雨では小貝川や牛久沼に流入する西谷田川、牛久沼南岸からの越水等は確認されなかった。

3.5 取手市の双葉地区における人口動態と水害への対策

前掲したように、双葉地区は1966(昭和41)年3月に住宅の建設(第I期)が開始され、1970年代後半には地区全体(第III期)の建設がほぼ完了した。図13には1986(昭和61)年～2023(令和5)年(38年間)における双葉地区(双葉1丁目・2丁目・3丁目)の人口の年齢構成(1歳毎)の推移、図14には人口(65歳未満, 前期高齢者(65～74歳), 後期高齢者(75歳以上)), 高齢化率(前期高齢者, 後期高齢者, 高齢者)の推移を示した。なお、1986年から2003年の人口データは大東文化大学の長沼佐枝准教授からご提供を頂いた。2009年以降のデータは取手市役所のホームページに掲載された人口統計を使用した。

地区での戸建て住宅の建設が完了した1970年代後半から約10年が経過した1986年の人口は4,313人で、地区住民の年齢構成を見ると住宅を購入した第1世代の最大値が44歳で135人、購入者の子供に相当する第2世代の最大値が14歳で131人と2つのピークを示し、65歳未満の中壮年層や少年青年層の人口が多いため、高齢化率も4.8%ときわめて低い値となっている。しかし、17年後の2003(平成15)年の時点では人口が3,353人と20%強も減少しており、居住者年齢の最大値も60歳前後と、当然のことではあるが20歳近くも高齢化しており、高齢化率も17.1%と上昇している。さらに20年後の水害に見舞われる直前の2023年1月の人口は2,118人と激減しており、1986年から37年が経過して人口が半減し、高齢化率も50%弱に達している。特に、2013(平成25)年前後を境に、前期高齢者率の比率は減少に転じ、後期高齢者の比率の増加が顕著となり、2018(平成30)年には両者の比率が逆転し、地区内での高齢化が加速していることがわかる。さらに、第2世代の人口減少が第1世代よりも顕著に現れており、1986年に14歳で131人であった人口が、17年後の2003年には31歳で65人とすでに半数にまで減少し、さらに20年後2023年には50歳で45人と、38年間で3分の1にまで激減している。筆者らによる第1・第2世代の住民へのヒアリング調査から、第2世代が

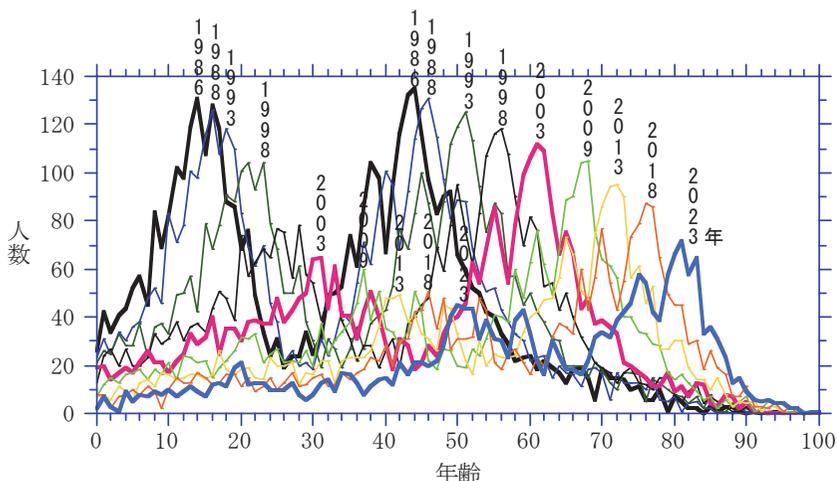
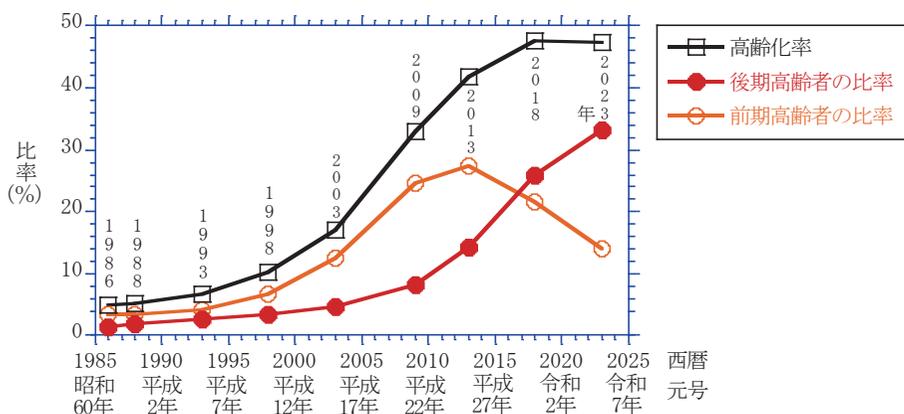


図13 1986(昭和61)年～2023(令和5)年(38年間)における双葉地区(双葉1丁目・2丁目・3丁目)の人口の年齢構成(1歳毎)の推移(1986年・2003年・2023年は太線で示す)



西暦
元号

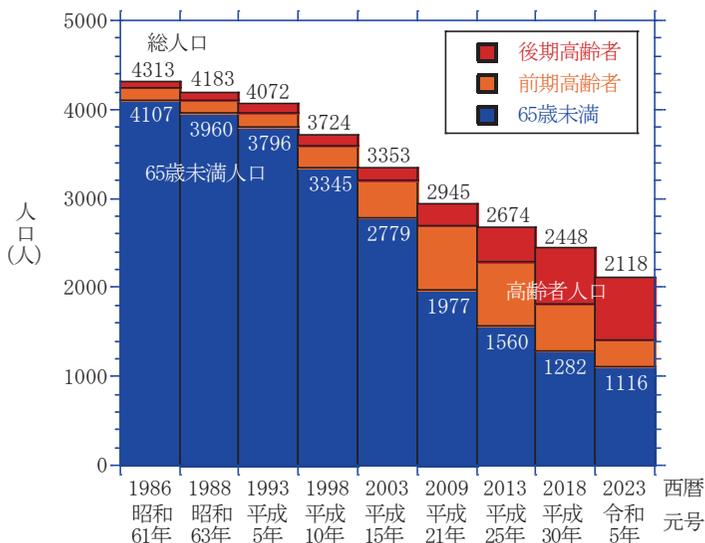


図14 1986(昭和61)年～2023(令和5)年(38年間)における双葉地区(双葉1丁目・2丁目・3丁目)の人口(65歳未満, 前期高齢者(65～74歳), 後期高齢者(75歳以上)), 高齢化率(前期高齢者, 後期高齢者, 高齢者)の推移

就職や進学により転出したことが大きく影響しているものと推察される。なお、長沼ら(2006)は双葉地区を対象に1968年・1993年・1998年・2003年の4か年の人口統計を用いて年齢別の人口構成の変化について解析を行っているので、こちらも参照して頂きたい。

高度経済成長期(1955(昭和30)年~1973(昭和48)年)に開発された東京近郊の首都圏に位置する地区では、双葉地区と同様に人口の減少と高齢化が急速に進んでいる地区も数多く存在する。災害時に自力での避難が通常の者より難しく、避難行動に支援を要する人々を災害弱者(防災行政上は要配慮者)と位置づけられている。自力で避難が出来ない高齢者に対して、自治体では災害弱者の避難支援計画や避難行動要支援者名簿の整備、民生委員や地域自治組織では避難行動要支援者の安否確認、避難支援に活用するため、名簿の登録者を対象に「個別計画」の作成が進められている。

取手市では内水氾濫を想定した避難指示の基準を定めておらず、双葉地区では消防士が自主的に避難を呼びかけ、57世帯90人がボートで救出したが、2階へ垂直避難した事例も多く認められた。図5で前掲したように、土砂災害警戒情報が発令(3日0時35分)された地域に避難指示が4時に発令されているが、内水氾濫が生じた双葉地区には避難に関する情報は基準がないため発出されなかった(取手市, 2023)。

今回の水害では双葉自治会館は浸水被害を免れたことから、被災者への支援活動の中心的役割を担うことができた。しかし、前掲したように高齢化率が50%弱と急速に進んでいる双葉地区において、避難行動要支援者の確認に時間を要し、避難支援への対応が遅れるケースが認められた。本水害による支援活動の教訓から、自治会の役員らは高齢化に伴う避難支援の重要性を改めて認識しており、今後は人口減少と高齢化がさらに進むと予想される本地区において、65歳未満の住民や前期高齢者が後期高齢者や避難行動要支援者の避難支援を行うなど、避難の在り方などについて自治会や住民で検討を行うこととしている。

取手市では来年度に内水氾濫を早期に感知する

ために地区内の5か所に浸水を検知するセンサーの設置を予定している。また、これまで内水氾濫を対象にした避難情報を発令する基準を設けていなかったことから、大雨警報が発表された後におよそ6時間にわたり雨が続きと予想される場合は、「高齢者等避難」を発令するとしている。ハード面の対策としては、勤兵衛堀排水路と太夫落排水路に設けられたパラベットの嵩上げについて、管理者の福岡堰土地改良区(2023)、県南農林事務所と協議を行うとしており、これにより地区内への洪水流の侵入が軽減するものと期待される。さらに、新川第1・第2排水機場については、農地の排水対策と双葉地区の内水対策を踏まえながら、排水能力の向上や非常用電源の設置について、茨城県と協議し検討するとしている(取手市, 2023)。

なお、双葉団地入口とJR龍ヶ崎市駅西口間には関東鉄道が1時間に1本程度のバス路線を設けていたが、通学・通勤者の減少により不採算路線となったことから、2006(平成18)年9月に撤退している。このため、翌月から取手市が公共交通空白地域の交通手段を確保する目的でコミュニティバスの運行を開始(取手市, 2018)しているが、最寄りの龍ヶ崎市駅へは4便(右回り)、藤代駅へは2便(左回り)に止まっており、最寄り駅への公共交通のアクセスが悪化している(2024年4月には、右回り5便、左回り4便となり、計3便が増便されている。取手市, 2024)。

4. まとめ

本調査研究では、主に以下のことが明らかになった。

- ① 2023年台風2号は、6月3日の朝には紀伊半島の南海上に接近した後、15時に伊豆諸島近海で温帯低気圧に変わった。一方、本州付近には梅雨前線が停滞し、この前線に向かって台風からの暖かく湿った空気が流れ込んだ影響により前線の活動が活発となった。これにより、四国から本州にかけての太平洋沿岸を中心に非常に激しい雨が降り、高知県から神奈川県にかけては積算降水量が400mmを超える大雨を観測した。

- ② 関東地方では、本豪雨による浸水被害の調査対象とした茨城県南部のつくば(館野)アメダスで286.5 mm、取手市の東に位置する龍ヶ崎アメダスで255.5 mmの積算降水量(6月2日～3日)を観測し、最大値は埼玉県川口市に位置する柳根排水機場の362 mmであった。取手市で観測された24時間累加雨量は207 mmで、1971年の観測開始から第7位の記録であった。
- ③ 取手市の双葉地区(1966(昭和41)年に住宅建設が開始)において、筆者らが実施した浸水深の実測調査では、地区の北東と南西を流れる用水路から溢水により氾濫流が流入したことにより、内水氾濫が発生していた。浸水深は標高が低い地区の北側(4.2 m)で最高値の115 cmを記録し、比高が低い地区中央部の南北方向で浸水被害が認められており、地区内の約1,120世帯の住宅のうち床上浸水が324件、床下浸水が240件の計564件にも及んでいた。
- ④ 双葉地区では、1986(昭和61)年の人口が4,313人で、地区住民の年齢構成も住宅を購入した第1世代の最大値が44歳、購入者の子供に相当する第2世代の最大値が14歳で2つのピークを有し、中壮年層や少年・青年層が多いため高齢化率も4.8%と低い値であった。しかし、38年が経過した水害直前の2023(令和5)年1月では人口が2,118人と半減し、高齢化率も50%弱に達し、後期高齢者の比率の増加が顕著となっている。今回の水害では避難が遅れて消防士によるボートでの救助、2階へ垂直避難した事例も多く認められたことから、避難の支援などについて自治会や住民で検討を行うこととしている。

謝辞

本調査研究では、気象庁の地上天気図・洪水キキクル・過去の気象データ、高知大学気象情報頁の気象衛星「ひまわり」の赤外画像、国土交通省の「川の防災情報」の雨量・水位データ、東京管区气象台、水戸地方气象台、熊谷地方气象台の気象速報、消防庁応急対策室の被害状況に関する資料、取手市の内水実績ハザードマップ、国土地理院の数値標高モデル、地理院地図(治水地形分類

図)、地図・空中写真閲覧サービス、今昔マップ on the webの旧版地図などを使用させて頂いた。また、大東文化大学の長沼佐枝准教授からは双葉地区における人口データのご提供を頂いた。住民の方々には、被災直後にも関わらず、浸水時の状況と過去の浸水被害等についてのヒアリング調査にご協力を頂いた。ここに厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 福岡堰土地改良区：福岡堰土地改良区，2023。
<http://www.fukuoka-suiri.or.jp/index.html> (2023年6月27日)
- 2) 藤代町防災会議：藤代町地域防災計画(資料編)，122p.，1997.
- 3) 藤代町：藤代町市街地整備基本計画，150p.，2003.
- 4) 藤代町：藤代町合併50周年記念誌 ふじしろ 未来へのかけ橋，100p.，2004.
- 5) 茨城県防災・危機管理課：令和5年梅雨前線による大雨及び台風第2号に係る対応について(6月27日16時現在)，2p.，2023。https://www.pref.ibaraki.jp/bousaikiki/bousaikiki/bousai/20230602oomekouzui/documents/230627_oomekeihou.pdf (2023年12月21日)
- 6) 茨城新聞：被災の幼稚園が再開 1カ月ぶり、笑顔で登園 茨城・取手の双葉地区，クロスアイ(7月4日)，2023。https://ibarakinews.jp/news/newsdetail.php?f_jun=16883936018931 (2023年7月7日)
- 7) 磯部一洋：茨城県牛久沼の生いたちとその周辺の自然を語る，地質ニュース，地質調査所編，380号，pp.32-46，1986.
- 8) JTB パブリッシング：時刻表 完全復刻版1964年10月号，586p.，2019.
- 9) 気象庁：梅雨前線及び台風第2号による大雨(令和5年(2023年)6月1日～3日)，21p.，2023a。https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2023/20230623/jyun_sokuji/20230601-0603.pdf (2023年6月23日)
- 10) 気象庁：洪水キキクル(洪水警報の危険度分布)，2023b。https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/riskmap_flood.html (2023年6月8日)
- 11) 高知大学：高知大学気象情報頁，保存倉庫，気象衛星「ひまわり」赤外画像(2023年6月2日21時)，2023。<http://weather.is.kochi-u.ac.jp/wiki/>

- archive (2023年6月2日)
- 12) 国土交通省 福島河川国道事務所:「昭和61年8月5日洪水から30年の取組」活動報告集, 46p, 2017. https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_natural_disaster/pdf/27/27.pdf (2023年7月3日)
 - 13) 国土交通省 国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人 土木研究所:平成25年(2013年)台風26号伊豆大島土砂災害調査報告, 国土技術政策総合研究所資料, 第875号, 土木研究所資料, 第4302号, 101p., 2015.
 - 14) 国立防災科学技術センター:1986年8月5日台風10号の豪雨による関東・東北地方の水害調査報告, 155p., 1987.
 - 15) 熊谷地方気象台:令和5年台風第2号と前線による6月1日から3日にかけての大雨に関する気象速報, 28p., 2023. https://www.jma-net.go.jp/kumagaya/shosai/topics/2023/20230606_sokuhou.pdf (2023年6月14日)
 - 16) 水戸地方気象台:令和5年台風第2号と前線による6月2日から3日にかけての大雨に関する茨城県気象速報, 33p., 2023. https://www.jma-net.go.jp/mito/topics/2023/20230609_kisyuu_sokuhou.pdf (2023年6月14日)
 - 17) 水戸測候所:昭和十三年 六月廿九日 豪雨調査報告, 水戸測候所彙報, 第3号, 26p.・写真 6p., 1938. <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/sat/gms.fareast/> (2023年6月8日)
 - 18) 水谷武司:牛久沼の氾濫, 4p., 1999. <http://takemizu.life.coocan.jp/kouza/area/29ryugasaki/ushinuma.pdf>
 - 19) 長沼佐枝・荒井良雄・江崎雄治:東京大都市圏郊外地域の人口高齢化に関する一考察, 人文地理, Vol.58, No.4, pp.63-76, 2006.
 - 20) 内閣府:災害対応資料集(198601:1986年(昭和61年)台風10号), 2023a. https://www.bousai.go.jp/kaigirep/houkokusho/hukkousesaku/saigaitaiou/output_html_1/case198601.html
 - 21) 内閣府:令和5年梅雨前線による大雨及び台風第2号による災害にかかる災害救助法の適用について, 第3報(訂正報), 3p., 2023b. https://www.bousai.go.jp/pdf/230607_kyuujo.pdf (2023年7月3日)
 - 22) 日本都市総合研究所:藤代町まちづくり調査概要報告書, 60p., 1987.
 - 23) 大阪管区気象台:令和5年6月1日から3日にかけての梅雨前線による大雨について(近畿地方, 四国地方の気象速報), 20p., 2023. https://www.jma-net.go.jp/osaka/kikou/saigai/pdf/sokuhou/20230605_kanku.pdf (2023年6月14日)
 - 24) 埼玉県危機管理防災部災害対策課:令和5年6月2日からの大雨及び台風第2号による被害状況について(第14報, 令和5年7月12日14時00分現在), 2023. <https://www.pref.saitama.lg.jp/a0402/news/page/news2023071201.html>
 - 25) 消防庁災害対策室:令和5年梅雨前線による大雨及び台風第2号による被害及び消防機関等の対応状況(第16報, 11月15日13時), 2p., 2023. <https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/20230601taifu2gou16.pdf> (2023年12月22日)
 - 26) 谷謙二:「今昔マップ旧版地形図タイル画像配信・閲覧サービス」の開発. GIS-理論と応用, Vol.25, No.1, pp.1-10, 2017.
 - 27) 東京管区気象台:令和5年台風第2号と前線による6月1日から3日にかけての大雨に関する気象速報, 33p., 2023. <https://www.data.jma.go.jp/tokyo/shosai/bocho/bosai/disaster/20230601-0603/20230601-0603.pdf> (2023年6月14日)
 - 28) 取手市:コミュニティバス時刻表・運行ルート(平成30年3月1日改正), 2018. <https://www.city.toride.ibaraki.jp/toshikeikaku/kurashi/sumai/bus/jikokuhyo-ruto.html>
 - 29) 取手市:コミュニティバス時刻表・運行ルート⑤東北部ルート, 2024. <https://www.city.toride.ibaraki.jp/toshikeikaku/kurashi/sumai/bus/documents/tohokubu.pdf> (2024年4月1日)
 - 30) 取手市安全安心対策課:内水実績ハザードマップ, 2022. https://www.city.toride.ibaraki.jp/ansen-anshin/kurashi/ansen/bosai/sonaeru/documents/naisuizisseki_hazardmap.pdf (2023年6月7日)
 - 31) 取手市安全安心対策課:令和5年梅雨前線による大雨及び台風2号による災害の検証結果報告, 5p., 2023. <https://www.city.toride.ibaraki.jp/ansen-anshin/bosai/bosai/oshirase/documents/kennshoukekka.pdf> (2023年12月21日)
 - 32) つつみ幼稚園(幼保連携型認定こども園)フォトアルバム:水害状況(6月8日), 2023. <https://www.tutumi.ed.jp/blog/20230608215947/> (2023年6月9日)
 - 33) 山本晴彦・小林北斗・山本実則:2013年台風26号により伊豆大島で発生した豪雨と土砂災害の特徴, 自然災害科学, Vol.32, No.4, pp.337-351, 2014.

- 34) 山本晴彦・渡邊祐香・兼光直樹・松岡光美・福永祐太・坂本京子・岩谷潔：2019年台風19号による福島県郡山市の浸水被害の特徴と土地利用の時空間的変遷, 時間学研究, No.11, pp.79-105, 2020. <https://www.tutumi.ed.jp/blog/20230608215947/> (2023年6月20日)
- 35) 財団法人日本地図センター：五千分一東京測量原因, 78p., 2011.

(投稿受理：2023年8月18日
訂正稿受理：2024年1月14日)

要 旨

2023年6月2日から3日にかけて、台風2号と梅雨前線の影響により、高知県から神奈川県にかけて積算降水量が400 mmを超える大雨を観測した。関東地方においても、茨城県南部の取手市では286 mmの降水を観測した。取手市の双葉地区では、周辺の水路からの溢水により浸水深が最高1.2 mの内水氾濫に見舞われ、1,120世帯の内では半壊324棟、床下浸水240棟の被害が発生した。1966年に住宅の建設が開始された双葉地区では、現在は人口の減少と高齢化が急速に進んでおり、避難行動要支援者への避難支援が検討されている。