

近年の自然災害による大分県水産業への被害

伊藤龍星・渋谷駿太・横田真人^{*a}・亀田崇史^{*b}・吉岡宗祐^{*c}

大分県農林水産研究指導センター水産研究部

Damage to the fisheries industry in Oita Prefecture due to recent natural disasters

RYUSEI ITO, SHUNTA SHIBUYA, MASATO YOKOTA, TAKAFUMI KAMEDA AND SOSUKE YOSHIOKA

Fisheries Research Division Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

キーワード：豪雨，災害，台風，被害，流木

近年、「ゲリラ豪雨」や「線状降水帯」、「短時間強雨」などの気象に関する用語をよく耳にするようになり、「数十年に一度」といわれるような集中豪雨や台風等による自然災害が毎年のように発生する状況となっている。文部科学省・気象庁りは、「1901～2019年の期間で、日本国内の大雨の日（日降水量100mm以上および200mm以上）及び短時間強雨（1時間降水量50mm以上および80mm以上）の発生頻度はいずれも有意に増加しており、今後も大雨及び短時間強雨の発生頻度は有意に増加する。」としている。つまり今後も各地で想定外と思われるような豪雨が増え、それに伴う災害の増加が懸念される。

水産業の分野においても、かねてから豪雨や台風等による被害を受けており、関連する報告²⁵⁾や対策案⁶⁾も幾つかみられている。今後も想定外の自然災害は増加すると考えられるが、目下のところ、これらへの確固たる対策は確立されていない。しかし、これまでに起きた自然災害による水産への被害の状況や対応例などについて、現時点でのまとめをしておくことは、今後の災害対策のシステム構築やガイドラインの作成等において、参考になると考えられる。そこで、この10年間に全国的に大きな自然災害としてとらえられ、大分県においても大きな被害を受けた事例や、その際に本県水産業が受けた被害、特徴的な事例等について取りまとめたので報告する。

材料と方法

取り上げた自然災害 過去10年間（2012年7月～2022年9月）の日本の自然災害事例について、気象庁ホームページ（各種データ・資料 災害をもたらした気象事例：<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index.html>, 2022年12月10日）および大分県ホームページ（大分県の過去の災害 過去の災害による被害状況（平成元年～）：<https://www.pref.oita.jp/soshiki/13550/oita-kakosaigai.html>, 2022年12月10日）等から、大分県に強く関係した9つの事例を取り上げ、各災害の期間や降雨等の経過、状況、発生理由、水産関係の被害の概要や被害金額等を整理した。9つとは、①平成24年7月九州北部豪雨、②平成29年7月九州北部豪雨、③平成29年台風第18号、④平成30年7月豪雨、⑤平成30年台風第24号、⑥令和2年7月豪雨、⑦令和4年1月の日向灘を震源とする地震（最大震度5強）⑧令和4年6月に確認された海底火山の噴火によると思われる軽石の漂流、⑨令和4年台風第14号である。

さらにこのうち2017年以降の直近5年間のうちから5例（③、④、⑥、⑧、⑨）については、大分地方気象台や福岡地方気象台が発行する災害時気象資料、新聞報道や大分県の行政機関、当水産研究部が把握している情報等を整理して、より詳細な災害の経過や状況、発生理由、水産関係の被害、特徴的な事例等をまとめ、考えられる対策等の考察を加えた。

^{*a} 大分県農林水産部 林務管理課 林業普及指導班

^{*b} 大分県東部振興局 農山漁村振興部 水産班

^{*c} 大分県北部振興局 農山漁村振興部 水産班

結 果

表1には、大分県における2012年7月から2022年9月までの過去10年間の自然災害と水産関係の被害を示した。豪雨4例、台風3例、地震1例、軽石の漂流1例の計9例であった。地震と軽石の漂流を除くと、2017年6月までの前半5年間の災害は①平成24年7月豪雨の1例のみであったが、2017年7月以降の5年間は豪雨3例、台風3例に増加し、豪雨は4例とも7月の発生、台風は3例とも9月の最接近となっていた。被害総額は最大663億円（⑥令和2年7月豪雨）、水産関係では最大15.4億円（⑨令和4年台風第14号）であった。

続いて、2017年以降の5例（③、④、⑥、⑧、⑨）について、詳細な災害の経過や状況、発生理由、水産関係の被害等を整理した。

1. ③平成29年台風第18号

本台風の経路を図1に示した。（気象庁ホームページ 各種データ・資料 過去の台風資料 台風経路図 2017年：https://www.data.jma.go.jp/yoho/typhoon/route_map/bstv2017.htm、2022年10月31日）

台風第18号は9月13日に非常に強い勢力で宮古島付近を北上し、15日には東シナ海で向きを北東に変え、17日12時頃に鹿児島県垂水市付近に上陸した。その後、台風の中心は佐伯市の南側約50kmを通過し、高知県、兵庫県に再上陸して、18日3時に佐渡島付近で温帯低気圧となった。

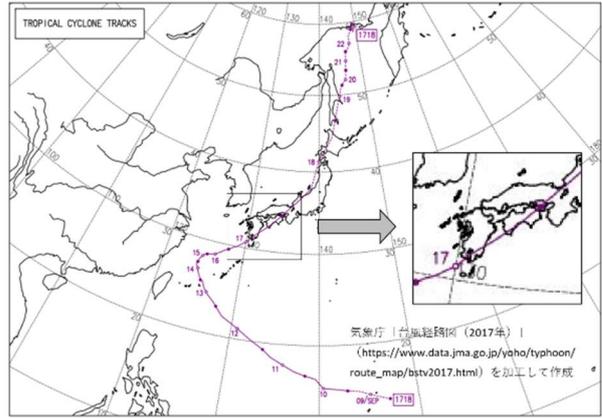


図1 平成29年台風第18号の経路（大分県より東～南側を通過）

大分県では、16日から17日にかけて県南部を中心に大量の降水があり、この2日間で佐伯市佐伯437.5mm、佐伯市宇目404.0mm、臼杵市臼杵443.5mmなど400mmを超えて9月の月平均降水量を上回った。佐伯や宇目では、1時間降水量が90mm近くに達し、佐伯では3時間降水量183mmとなり観測史上最大を記録した（表2）。そのほか、津久見市では市の中心部や市役所庁舎が浸水する被害が生じたが、同市付近では17日14時30分までの1時間に約120mm、15時40分までの1時間に約110mmの猛烈な雨（記録的短時間大雨）が解析された。

表1 過去10年間（2012年7月～2022年9月）の大分県における自然災害と水産関係の被害

災害の名称	主に大分県への影響があった年月日	降雨等の経過、状況、発生理由等	記録的な降水や風速、水産関係被害の概要等	被害金額
① 平成24年7月九州北部豪雨*1	2012.7.11-14	九州北部を中心に大雨。大分県西部では4日間で降水量が500mmを超えた。	・山国川や駅館川から大量の土砂や流木等が流出し、河口の干潟域に土砂が堆積。 ・小祝漁港や長洲漁港など、県北の漁港へ大量の流木等が流入し、処分を実施。 ・2013年5月に小型底びき網漁船で豊前海帯の海底堆積物を調査し、計約2,900tと推定。*1	総額：382億円 農林水産：119億円 水産関係：4億円 うち漁港3.5億円
② 平成29年7月九州北部豪雨*1	2017.7.5-6	福岡県・大分県で記録的な大雨。線状降水帯が同じ場所に停滞したこと引き起こされた。	・山国川や駅館川から大量の土砂や流木等が流出し、河口の干潟域に土砂が堆積。 ・小祝漁港や長洲漁港など、県北の漁港へ大量の流木等が流入し、処分を実施。 ・2017年7月に中津市小祝の干潟域にて、土砂やゴミ等の堆積状況を調査し、堆積土砂の厚み最大で38cm、その沖側で堆積物を調査し、計約3.9tと推定。*2	総額：383億円 農林水産：95億円 水産関係：2.03億円 うち漁港2.0億円
③ 平成29年台風第18号	2017.9.16-17	台風は9月17日午後向日向灘を横断、台風の中心は大分県の東～南側約50kmを通過し、大分県への最接近は15時頃。17時頃高知県宿毛市付近に上陸。大分県付近での中心気圧975hpa、最大風速35m。	・16-17日の降水量佐伯市宇目404.0mm、佐伯437.5mm、臼杵443.5mmなど主に県南での降雨が多かった。 ・県下沿岸全域とも北寄りの風、特に県南で強く、最大瞬間風速佐伯で21.9m/s、蒲江で32.7m/s（9月極値）を記録。 ・県内各地の漁港で、漂着した流木等の処分を実施。	総額：362億円 農林水産：78億円 水産関係：8億円 うち漁港7.7億円
④ 平成30年7月豪雨*1	2018.7月上旬	6月28日から7月8日にかけて、四国や東海地方などの西日本を中心とした大雨。複数の線状降水帯が形成された。大分県での降雨は7月6日に多かったが、期間中の降水量は他県より少なかった。	・大分県内よりも他県からの流木やLPガス容器等の漂流物・漂着物が多く、船舶の航行や漁業の障害となった。 ・県内各地の漁港で、漂着した流木等の処分を実施。	総額：49億円 農林水産：17億円 水産関係：3.3億円 うち漁港3.3億円
⑤ 平成30年台風第24号	2018.9.29-30	台風は9月30日8時頃に屋久島を通過し日向灘を北東へ、大分県への最接近は15時頃、台風の中心は大分県の東～南側約150kmを通過し、20時頃に和歌山県田辺市付近に上陸。大分県付近での中心気圧960hpa、最大風速45m。	・29-30日の降水量佐伯市宇目401.5mm、佐伯324.5mm、臼杵357mmなど主に県南での降雨が多かった。 ・県下の沿岸全域とも北寄りの風が強く、最大瞬間風速佐伯で30.8m、蒲江で33.9mを記録。 ・県内各地の漁港では、漂着した流木等の処分を実施。	総額：31億円 農林水産：12億円 水産関係：2.6億円 うち漁港0.65億円
⑥ 令和2年7月豪雨*1	2020.7.6-7	7月6日～7日にかけて、大分県西部の日田市を中心に、県内陸部での大雨が続いた。複数の線状降水帯が形成された。	・大分県内陸部の珍珠川や三隈川が氾濫。 ・珍珠川沿いの天ヶ瀬温泉が河川の逸水による被害を受けた。 ・内陸での集中豪雨のため、内水面養殖業が大きな被害を受けた。 ・水産関係の被害額3.3億円のうち、1.5億円が内水面養殖業被害であった。	総額：663億円 農林水産：182億円 水産関係：3.3億円 うち漁港7.7億円
⑦ 日向灘を震源とする地震 大分県の最大震度5強	2022.1.22	1時08分頃に日向灘を震源とするM6.6の地震が発生した。 ・震度5強：佐伯市蒲江蒲江浦、同市米水津、同市鶴見、大分市新春日町 ・震度5：佐伯市春日町、佐伯市上浦、佐伯市弥生、臼杵市、由布市、竹田市、大分市	・被害のほとんどが水産業関係（7.5億円）で、うち漁港施設の被害が4.8億円と多かった。 ・佐伯市内の複数の漁港で、岸壁や護岸の地盤沈下、ひび割れ等が発生。	総額：7.8億円*3 農林水産：7.5億円 水産関係：0.3億円 うち漁港4.8億円
⑧ 海底火山の噴火によると思われる軽石の漂流	2022.6～7月	6月1日に佐伯市上津の沖合養殖場付近で初認され、翌月まで豊後水道での漂流を確認	・佐伯市ブリ養殖の生簀内に漂着したり、豊後水道の潮目に溜まりたりした。関係漁協等へ注意喚起するとともに当研究部のホームページで情報提供した（豊後水道海況・魚群速報、 https://www.pref.oita.jp/site/nourinsuisan/engansokuhou.html 、2022年10月31日）。	被害報告なし
⑨ 令和4年台風第14号	2022.9.18-19	17日大東島東海上で最大気圧910hPa、最大風速55mの大型で猛烈な台風に成長。9月18日19時頃に鹿児島県に上陸し北上、台風の中心は大分県の西～北側約100kmを通過し19日9時頃に北九州市を抜けて日本海へ。この時、中心気圧975hPa、最大風速30m。	・期間中（17～20日）の総降水量佐伯市宇目531.5mm、1時間降水量臼杵臼杵67.0mm、由布市湯布院65.0mm、佐伯市佐伯61.5mm、24時間降水量佐伯市宇目511.5mm、中津市耶馬溪352.0mmを記録。 ・県下沿岸全域とも南寄りの風。特に県南で強く、最大瞬間風速佐伯市佐伯35.2m/s、佐伯市蒲江50.47m/s（いずれも観測史上1位）を記録。 ・台風対策のため沖合から佐伯市入津湾内へ避難した養殖ブリが大量死、被害額約8億円。	総額：150億円*3 農林水産：73億円 水産関係：15.4億円 うち漁港1.4億円

*1 顕著な災害を起こした自然現象について気象庁が名称を定めたもの

*2 大分県水産研究部北部水産グループの調査資料による

*3 速報値

暴風の状況 大分県は、17日昼前から風速25m/s以上の暴風域に入った。県下最南部の佐伯市よりも東～南側を通過したため、県下の風向は東から北、西と変化し、全体的には北寄りの風が多かった。最大風速は国東市武蔵で北の風20.1m/s（17日14時45分）、佐伯市蒲江で南南東の風18.6m/s（17日14時24分）を観測した。最大瞬間風速は佐伯市蒲江で北の風32.7m/s（17日15時51分）、宇佐市内で北の風27.7m/s（17日14時45分）、由布市湯布院で北北東の風24.0m/s（17日14時17分）を観測し、いずれも9月の極値を更新した。暴風域を脱したのは、17日夜のはじめ頃であった。

表2 平成29年台風第18号にともなう大分県内の記録的降水量(mm)

	総降水量（9/16の0時～9/17の24時までの2日間）	9月の月平均降水量	時間別最大降水量（観測史上最大のみを示す）				
			1時間	3時間	24時間	48時間	72時間
大分市 佐賀関	374.0	215.3		152.0	335.0	374.0	374.5
臼杵市 臼杵	443.5	267.0					
佐伯市 佐伯	437.5	303.2	84.5	183.0			
佐伯市 宇目	404.0	352.6	89.5				

流木等の漂着 大分県沿岸の多くの漁港で大量の流木等が流れ込んで船舶使用ができなくなった。このため県管理11漁港のうち、北は中津市小祝から南は佐伯市松浦までの7漁港と、多くの市町村管理漁港で撤去作業が行われた(図2-A, B)。本台風の風向きは主に北よりの風であったため、河川から出た流木等は、特に北側に開いた漁港等に吹き寄せられて多く溜まる傾向にあった。

養殖クロマグロの被害 佐伯湾で魚類養殖を営んでいる複数の水産会社のクロマグロ *Thunnus orientalis* が斃死した。斃死魚は1尾あたり体重40～70kg、合計で数百トンと推定された。当時の状況について各社への聞き取りによると、「台風による記録的降雨で低塩分の濁水が養殖場へ流れ込み、マグロがパニックを起こした。」や「強い波浪で生簀の水中部の網が大きく変形し、マグロが遊泳できる部分が極端に狭くなり、魚体が網に衝突したり擦れたりした。」とのことであった。回収中の魚体(図2-C, D)をみると、ほとんどの魚体の側面には赤く擦れたような跡が確認できた。

2. ④平成30年7月豪雨

2018年6月28日から7月8日にかけて、日本付近に停滞した梅雨前線や台風第7号の影響で暖かく非常に湿った空気が継続して流れ込み、九州から東海地方の広い範囲で16事例の線状降水帯が形成された。このため、西日本を中心に広い範囲で記録的な大雨となり、総降水量は四国地方で1,800mmを超え、7月の月降水量平年値の2～3倍になったところがあった(表3)。大分県での降雨は7月5～8日が主であったが、他県に比べると少なく、記録として残るほどではなかった。

流木等, その他の漂着 瀬戸内海沿岸の四国や中国地方の河川から出たと推定される流木等が、⁷⁾ 別府湾や豊後水道を漂流し県内の漁港へ漂着した。県管理11漁港中の5漁港と、多

くの市町村管理漁港で撤去作業が行われた(図2-E)。別府湾では沿海市町村や関係企業で構成される協議会が運営する掃海船「清海」が流木等の回収を行った。⁷⁾ また、県下沿海漁協に所属する漁船では、漂流物が船のスクリューやソナーにあたり破損する被害が多く生じた。

本豪雨の被害の特徴は、漂着した流木等は本県よりも他県から流れてきたものが多いと思われる点である。特に漂着物のLPガス容器は、岡山県や愛媛県のLPガス充てん所他から約4,000本が流出し、一部は瀬戸内海まで達して経済産業省から注意喚起が出される事態(平成30年7月豪雨に係る対応(LPガス充てん所からの容器流出)):

https://www.fdma.go.jp/relocation/neuter/topics/fieldList4_16/pdf/h30/01/03-5.pdf 平成30年11月6日 経済産業省 産業保安グループ 高圧ガス保安室, 2022年10月31日)となり、本県豊後水道海域においても、愛媛県大洲市の住所が書かれた容器が複数発見され回収されている(図2-F)。

表3 平成30年7月豪雨における西日本各県の総降水量(mm, 各県内の上位1位)

	総降水量（6/28の0時～7/8の24時まで）(A)	7月の月平均降水量(B)	(A) / (B)
兵庫県篠山市後川	617.0	209.0	3.0
岡山県吉田郡鏡野町恩原	565.5	277.3	2.0
広島県山県郡安芸太田町内黒山	570.5	331.8	1.7
高知県安芸郡馬路村魚梁瀬	1852.5	591.5	3.1
愛媛県西条市成就社	965.5	361.4	2.7
福岡市相良区相良脇山	859.0	-	-
大分県日田市椿ヶ鼻	7/5の0時～7/8の24時まで 496.0	-	-

3. ⑥令和2年7月豪雨

7月5日から8日にかけて梅雨前線が西日本から東北地方に停滞した。この影響ではほぼ全国的に雨となり、九州北部地方では複数の線状降水帯が形成され、多いところでは日降水量400mmを超えたほか、四国地方の多いところでは日降水量300mmを超える大雨となった。

大分県では、7月6日～8日にかけて西部や北部、中部といった内陸部を中心に400mmを超える降水量となり、8地点で24時間降水量が250mmを超え、日田市椿ヶ鼻では497.0mm、玖珠郡玖珠町310.0mm、中津市中津253.5mm、杵築市杵築276.0mmと観測史上1位の記録を更新した。さらに48時間、72時間降水量においても多くの地点で400mmを超え、観測史上最大となった(表4)。

表4 令和2年7月豪雨にともなう大分県内の記録的降水量(mm)

	総降水量（7/6の1時～7/8の9時まで）	7月の月平均降水量	時間別最大降水量（観測史上最大のみを示す）				
			1時間	12時間	24時間	48時間	72時間
日田市 椿ヶ鼻	813.0	-			497.0	792.5	862.0
玖珠郡 玖珠町	504.0	-			310.0	493.5	518.5
日田市 日田	473.5	-				461.5	486.0
中津市 耶馬溪	456.0	-				451.5	475.0
由布市 湯布院	439.0	-					
中津市 中津	413.5	-			253.5	412.0	429.0
杵築市 杵築	404.5	-			276.0	400.0	416.5



図2 大分県における水産業への自然災害の事例

A～D：③平成29年台風第18号被害（A：佐伯市東灘泊地に漂着した流木等，B：佐伯市吹浦漁港での流木等の回収作業，C：死亡した養殖クロマグロの回収作業，D：回収中の養殖クロマグロ（魚体側面に擦れが見られる。）），E～F：④平成30年7月豪雨被害（E：佐伯市色宮漁港に回収された流木等，F：他県から漂着したと思われるLPガス容器），G～H：⑥令和2年7月豪雨による内水面養殖施設の被害（G：土砂崩れで取水施設が損壊（日田市），H：土砂が水槽内に堆積（由布市）），I：⑦日向灘地震で被害を受けた佐伯市色宮漁港の補修工事（2022年10月撮影），J：海底火山噴火によると思われる軽石（2022年7月12日調査分）

この影響で、県内陸部の玖珠川および三隈川が氾濫した。また、九重町、日田市、由布市、中津市の内水面養殖施設では、施設被害として養殖池への土砂流入や浸食による崩壊、取水口の埋塞、取水パイプの破損や流出等があり（図 2-G, H）、養殖魚の被害として、取水の濁りや濁水の流入、注水の減少による養殖魚の死亡、逆に池の水の溢出による逸散等があった。

以上、本豪雨の被害の特徴は、海面関係より内水面養殖業の被害が目立ったことがあげられる。水産業の被害金額は 3.3 億円であったが、約半分の 1.5 億円が内水面養殖業関係の被害であった（表 1）。

4. ④小笠原諸島の海底火山「福德岡ノ場」の噴火に伴うと思われる軽石の漂流

2021 年 8 月 13 日、小笠原諸島の海底火山「福德岡ノ場」の噴火に伴い発生した大量の軽石は、10 月に沖縄県や奄美群島、11 月には高知県や伊豆諸島、千葉県、九州では宮崎県の沖合でも確認され、年末には大分県への漂流も懸念されていたが、その報告はなかった。しかし、2022 年 6 月 1 日に佐伯市蒲江畑野浦沖合の魚類養殖生簀において、同噴火によると思われる軽石が漂流しているのが確認された。その後、当水産研究部調査船「豊洋」による豊後水道の沿岸定線調査（6 月 16 日、7 月 12 日）において、潮目域に散見されたり、表層を水平方向に曳網中のプランクトンネット（NS ネット）で採集されたりした（図 3）。軽石の大きさは平均 5~6mm で（図 2-J）、10 分曳網で 200~500 個が採集された。2022 年 11 月末現在、被害の報告はない。これらの情報は、当水産研究部のホームページで情報提供した（豊後水道海況・魚群速報：

<https://www.pref.oita.jp/site/nourinsuisan/engansokuhou.html>, 2022 年 12 月 10 日）。

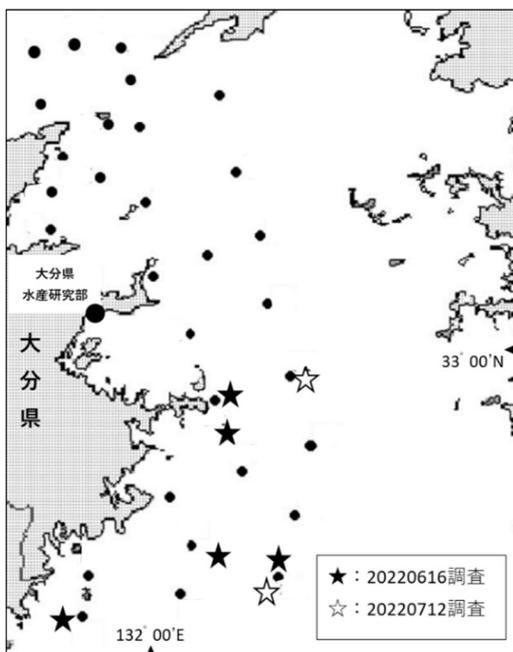


図 3 大分県海域における沿岸定線の調査定点と軽石が確認された地点（★20220616 調査、☆20220712 調査）

5. ⑨令和 4 年台風第 14 号

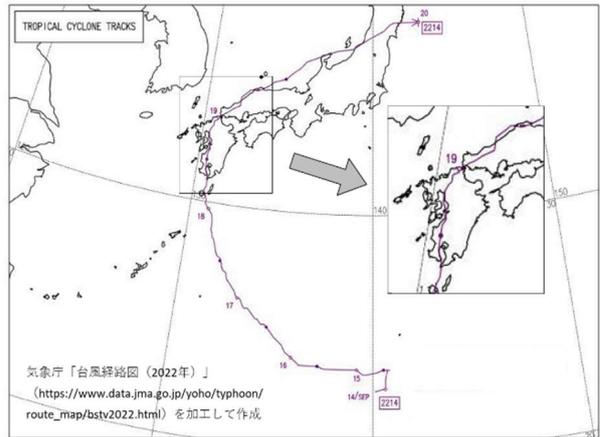


図 4 令和 4 年台風第 14 号の経路（大分県より西～北側を通過）

本台風の経路を図 4 に示した。（気象庁ホームページ 各種データ・資料 過去の台風資料 台風経路図 2022 年：https://www.data.jma.go.jp/yoho/typhoon/route_map/bstv2022.html, 2022 年 12 月 10 日）

台風第 14 号は 9 月 17 日の 3 時には、大東島東海上で最大気圧 910hPa、最大風速 55m と大型で猛烈な強さに発達した。9 月 18 日 19 時頃に鹿児島県に上陸して北上、大分県よりも西～北側を縦断し、18 日深夜～19 日朝にかけて大分県へ接近し、19 日 9 時頃に北九州市から日本海へ移動した。この時の中心気圧は 975hPa、最大風速 30m であった。期間中（17~20 日）の総降水量は佐伯市宇目で 531.5mm に達し、1 時間降水量は臼杵市臼杵 67.0mm、由布市湯布院 65.0mm、佐伯市佐伯 61.5mm、24 時間降水量は佐伯市宇目 511.5mm で、中津市耶馬溪 352.0mm（観測史上 1 位）であった。また、県下沿岸全域とも南寄りの風で特に県南で強く、最大瞬間風速は佐伯で 35.2m/s、蒲江で 50.5m/s（いずれも観測史上 1 位）を記録した。県下の各漁港では、流木等の流出と漁港への堆積が見られたものの、③平成 29 年台風第 18 号や⑤平成 30 年台風第 24 号の時に比べると量的には少なかった。しかし、水産関係の被害金額は 15.4 億円と取り上げた 9 例の最高額となった。被害金額の半分以上にあたる 8 億円は、台風の波浪を避ける目的で、台風接近前に佐伯市入津湾内へイカダごと避難させていた養殖ブリの酸素不足による大量死によるものであった。⁸⁾

考 察

過去 10 年間の大分県内での水産業に関する自然災害についてとりまとめたところ、2017 年までの前半 5 年間の災害は豪雨の 1 例のみであったが、後半の 5 年間は豪雨 3 例、台風 3 例の計 6 例と大幅に増えていた。水産関係の被害金額においても直近の台風第 14 号が 15.4 億円の最高額になるなど、県内においても自然災害がこの 5 年間で特に顕著になっていくことがわかった。豪雨の計 4 例はいずれも 7 月の発生で、

台風は3例とも9月の最接近となっていることから、あらためて、毎年初夏から秋季にかけては災害への警戒を強める必要がある。また、各地の降水量は、多くの場合で観測史上最大となっており、年々、豪雨も激化していることが判明した。流木災害が発生する際の降水量の目安としては、「1時間降水量50mmを上回るような強雨が長時間連続し、平年の年最大日降水量を上回る記録的な豪雨が発生するとき」⁹⁾があり、内水面養殖においては、「1時間雨量が50mmを超えた時や30mm以上の時間帯が3時間以上連続すると災害の危険がある」などの報告⁶⁾もあるので、本県においても参考となるであろう。

流木等の漁港への堆積対策 豪雨や台風被害に共通するものとして、河川から流出した流木等の漁港への堆積がある。これらは豪雨や台風のたびに発生するため、漁業関係者は漁港内や周辺海域の流木等の撤去作業に追われ漁業収入の減少を余儀なくされている。これらは漁場内の海底にも堆積して漁場環境を悪化させているため、放置せず対策が必要である。

なお、漁港への流木の堆積は風向きで大きく異なると思われる。台風の場合、ある地点の西側または北側を台風の中心が通過する場合、その地点では、「東→南→西」と時計回りに風向きが変化するが、逆に、ある地点の東側や南側を台風の中心が通過する場合は「東→北→西」と反時計回りに変化するとされている。（気象庁ホームページ 知識・解説台風について 台風に伴う風の特徴）

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/typhoon/2-1.html>, 2022年12月10日) 今回の③平成29年台風第18号および⑤平成30年台風第24号は、いずれも大分県よりも東～南側を通過したため、風向は「東→北→西」と変化し、多くの場所で北よりの風を経験した。県内に河口域をもつ4つの1級河川（山国川、大分川、大野川、番匠川）は、いずれも流域に大きな森林地帯を持つことに加え、河口域は湾等の南側に位置し、河川水は湾等の北側に向かって流れこんでいる。このため、河口から流出した流木等は北よりの風を受けて、沿岸域に吹き寄せられ、特に河口域近くで北向きに出入口を持つ漁港では流木等が堆積しやすくなったと考えられる。一方、台風の中心が本県よりも西側または北側を通過する場合、今回は⑨令和4年台風第14号が該当するが、風は「東→南→西」へ変化しながら多くは南よりの風が吹くため、流木等は豊前海では沖側へ流れ、別府湾や佐伯湾では分散しながら北

側へ移動し、漁港内への流木の堆積は軽減されると考えられる。ただしこれは、見た目に流木等の堆積が少ないだけであって、海域への流出量が少ないわけではないことに注意すべきである。

対症療法ではあるが、台風の接近前に進路と風向きを見極め、漁港内に侵入する流木等の動きをある程度予測して、侵入を防止・緩和する手段、例えばオイルフェンスや漁網等の利用、スリット式ダムのような構造物を考案し漁港の出入口に設置する等も検討すべきである。

ただし根本解決のためには、流木等の発生源を特定し、それに応じた対策が必要である。過去の災害で起きた流木等を観察すると、大まかには共通して「根がついた丸太」、「根がなく1mに満たない短い丸太」、「根がなく1mを超える丸太」、「細く細かいヨシ類」に分けることができる（図5）。

「根がついた丸太」は、豪雨等で森林の斜面崩壊や土石流が発生して立木ごと流出したものや、溪床や溪岸の浸食により溪流沿いの立木が流出するケースが多い¹⁰⁾とされ、対策として、斜面安定工（土留工、柵工、のり枠工等）の施工による崩壊防止や堰堤（ダム）等による流木の捕捉、人工林の場合には、適切な間伐で根系の発達を促して斜面の安定度を増加させる、溪床や溪岸の針葉樹を広葉樹への林相転換、広葉樹の場合でも根系の発達が良く、斜面崩壊・浸食・洗掘抵抗の高い樹種への転換を行うなどが提案されている。¹⁰⁾ さらに、広葉樹は針葉樹に比べて比重が大きく、樹冠が広がり形状も複雑なため下流へ流れにくいとされており、広葉樹を帯状に混植させる流下被害軽減策も提案されている。¹¹⁾ 本県では①平成24年九州北部豪雨において大量の流木による災害を経験したが、その教訓から翌年度以降、災害に強い森林づくりに取り組み、河川沿いの針葉樹人工林を伐採し広葉樹の天然林に誘導する施策を進めているところであり、¹²⁾ 流木被害軽減の効果が期待される。「根のない丸太類」は、林業の施業のなかで発生するものであり、1m未満の短コロとよばれる木材（根曲がり木の根元部分等）は、主伐や搬出間伐による未利用材である。また、1m以上は切捨て間伐による伐採木で通常は立木のなかに残置されるため、豪雨で流出することはほとんどなく、⁹⁾ 大量に流出している場合は、残材集積場が冠水して流出したものと思われる。関係者には、豪雨で冠水すると予測される場所には、残材集積場を設けないうち徹底することで被害が軽減できると思われる。



図5 平成30年7月豪雨により佐伯市内の漁港や海岸に漂着し回収された流木等
（A：根つきの丸太や根がない丸太が確認できる。B：ヨシ類）

「ヨシ類」は、主に湖沼や河川の下流域に生息するが、¹³⁾ 夏季の河川清掃等で刈り取られたものが回収されずに川岸に放置されている場合が多く、河川の増水で流出すると考えられる。多くは枯れて簡単に折れ、数 mm～数 cm のチップ状となって水面を漂い、船舶エンジンの冷却水系に入り込んで詰まる原因になる。刈り取り後の「ヨシ類」は川岸に放置せず、処分するなどの対応が望まれる。

なお、今後も増加するこれらの災害に対して、林業、水産がそれぞれのサイドで対策を講じるには限界がある。林業研究の分野においても、流木災害の事例として、「海に流出して船舶の航行の障害になったり、海岸に漂着してゴミとなる。」¹⁰⁾ と認識されているところでもあり、早いタイミングで林業と水産の双方が協力しあって川上から川下、海域に至るまでを俯瞰的に見た対策が望まれる。

他県（四国や中国地方）からの流木等の漂流 平成 30 年 7 月豪雨により別府湾に流れ込んだ流木等は、四国などから本県海域へ流れ着いたものが多いと推定されている。⁷⁾ この時、本県豊後水道海域で回収された複数の LP ガス容器には、表面に愛媛県大洲市の地名が入っていたことから（図 3-E）、これらは瀬戸内海へ流出後、伊予灘を西方へ移動し豊後水道を南下したと推定される。当該海域表層の恒流¹⁴⁾ をみると、愛媛県伊予灘海域を西方に進み周防灘北部を西流して反時計回りに国東半島沖を東流し、別府湾に至る環流が顕著とされている。さらに豊後水道では中央部から南部にかけての南流が顕著とされていることから、この一連の流れに乗ってきたと推定される。過去の豪雨災害（平成 2 年 6 月末梅雨前線）では、大分県大野川から流出した流木群が愛媛県佐田岬半島方面へ漂着したと解析した報告¹⁵⁾ もあるが、今後も起こり得る県外からの流木等の流出に備えて、他県から本県海域へ漂着するパターンについてもシミュレーションできれば減災につながると思われる。なお、海域へ流出してしまった流木や海洋ゴミ等を回収する手段として、大分県が所有して公益社団法人が運営する清掃船「清海」があり、常時流木や海洋ゴミの回収を行っている。（公益社団法人 別府湾をきれいにする：

<https://sites.google.com/site/biefuwan/%E3%83%9B%E3%83%B3%E3%83%A0%E6%B3%95%E4%BA%BA%E3%81%AE%E6%A6%82%E8%A6%81>, 2022 年 12 月 10 日)、ただし、同船の清掃海域は国東市～津久見市沿岸までとされ、県北の豊前海や県南の佐伯湾には同様の船舶は配備されていない。もしこれらの海域をカバーできるような掃海船が配備されれば、県下沿岸のすべての流木等や海洋プラスチック等の回収も可能となり本県海洋環境の保全にも大きく貢献すると思われる。

養殖クロマグロの被害対策 ③平成 29 年台風第 18 号に伴う養殖クロマグロ斃死の原因として、強い波浪による生簀網の変形と、それに伴う魚体の擦れが推察された。同養殖の場合、多くはポリエチレン無結節網¹⁶⁾ などの合成繊維の漁網が使用されており、ブリ等で使用する金網とは違って、波浪等により海中内で容易に変形することが考えられる。石橋

¹⁷⁾ は、クロマグロ稚魚は夜間の光感度が低いうえに、動いているものを見分ける時間分解能が劣るため、夜間に曇り空で月明かりが少ない、水が濁る、魚が多少でも早く遊泳するなどの条件下では網面を十分に認識できずに接触や衝突による大量斃死を引き起こすとし、石田ら¹⁸⁾ は長崎県での養殖クロマグロの斃死原因として、濁水や夜間で 3FTU 以上では養殖網を認識できなくなり、網への衝突や擦れを引き起こして斃死する可能性を指摘している。③の大量斃死も、濁りで生簀の網が認識できない状況のもと、台風の強い波浪による網の変形で遊泳可能範囲が狭まり、網に衝突や接触して斃死したものと推察されるため、強い波浪においても変形しないような網の構造が求められる。なお、クロマグロに限らず、大量の養殖魚等の斃死が起きた場合、市町村所有の通常の処理施設のみでは受け入れ困難になる事態が度々起こる。大事が起きる前に、死亡魚の処理方法（飼料化、焼却、埋設等）や処理施設の確保等について関係機関と協議しておくことが望ましい。

内水面養殖業、同漁業への被害対策 ⑥令和 2 年 7 月豪雨では、それまで目立たなかった内水面養殖業の被害が目された。これは複数の線状降水帯形成によって、県内陸部の比較的狭い範囲で観測史上最大の集中豪雨が起きたことに由来する。この災害では、玖珠川や三隈川が氾濫し、河川や河床の地形が大きく変化したため、大分県災害対策会議 復旧・復興推進計画（令和 2 年 7 月豪雨）：

<https://www.pref.oita.jp/site/bosaiportal/reiwa2nenn7gatsugouu.html>, 2022 年 12 月 10 日)により複数年にわたる大規模な河川工事が行われている。豪雨で起きた河川地形の変化による魚類資源への影響や、長期間の工事による釣り場の減少や河川生物への影響等も気になるところである。他県では台風（令和元年台風第 19 号）による内水面漁業の漁獲量減少の報告¹⁹⁾ も見られており、本県においても災害等による内水面漁業や養殖業への被害、影響に注意しておく必要がある。

入津湾内での養殖ブリの被害 ⑨令和 4 年台風第 14 号に関連しておきた被害であるが、入津湾は湾口幅 1.42km、面積 5.28 k m²、湾内最大水深 25m、湾口最大水深 20m、閉鎖度指標 2.02 で、環境省の閉鎖性海域（環境省 日本の閉鎖性海域対策データベース）：

https://www.env.go.jp/water/heisa/heisa_net/waters/nyuzu.html, 2022 年 12 月 10 日)にも指定されている閉鎖性の強い湾である。湾内では、昭和 30～40 年代に急成長した真珠・真珠母貝養殖²⁰⁾をはじめ、魚類種苗の蓄養や陸上養殖が行われており、すでに 1969 年の調査で、湾口を除いて流速は 10cm/s 以下に過ぎず、底層の無酸素状態も確認されている。²¹⁾ 2019 年の調査（大分県農林水産研究指導センター水産研究部 平成 31（令和元）年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告；97-100）：

<https://www.pref.oita.jp/site/nourinsuisan/jigyohoukoku.html>, 2022 年 12 月 10 日)でも、底層 DO は 0.26mg/l とほぼ無酸素状態で、合成指標値による漁場評価もⅢ（有機汚染が進行し悪い底質環境）と最も悪く、風等の影響で底層の無酸素水

塊が表層まで上昇することが度々起きている。対策として海底掘削により湾外との海水交流を促進する事業が計画されているが、同湾で今後も持続的な養殖を行うためには、底質自体の改善が必要であろう。

最後に今後、日本国内での大雨及び短時間強雨の発生頻度は有意に増加し、日本付近の台風の強度も強まると予測されている。より狭い九州・山口県における気候変動をみた場合、短時間強雨（1時間降水量30mm以上、1時間降水量50mm以上）の年間発生回数、夏季（6～8月）の降水量、日降水量100mm以上の年間日数において有意な増加傾向が見られ、一方で日降水量1mm以上の年間日数には有意な減少が見られている（福岡管区気象台九州・山口県の気候変動監視レポート2021：https://www.jma-net.go.jp/fukuoka/kaiyo/chikyu/report/repo/pdf/2021_all.pdf, 2022年12月10日）つまり、九州・山口県においては、雨が降る日数は減少傾向にあるが、夏季の雨量は多く短時間豪雨の回数も多くなると予測され、より夏季を中心とした豪雨災害への警戒が必要である。

引用文献

- 1) 日本の気候変動2020 大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書. 文部科学省, 気象庁 2020 ; 49p.
- 2) 川村嘉応, 中牟田弘典, 荒巻 裕, 横尾一成, 首藤俊雄, 古川泰久, 福元 亨, 松原 賢, 古賀秀昭. 平成 24 年 7 月九州北部豪雨による有明海佐賀県海域の海況変化と漁業への影響について. 佐賀県有明水産振センター研究報告 2013 ; 26 : 101-135.
- 3) 田村勇司, 岩野英樹, 畔地和久. 基盤整備・栽培漁業・資源回復の推進に関する基礎調査-6 豊前海海底堆積物調査. 平成 25 年度大分県農林水産研究指導センター水産研究部事業報告 2014 ; 209-217.
- 4) 廣田健一郎, 三根崇幸, 岩永卓也, 津城啓子, 豊福大樹, 川崎北斗, 明田川隆子, 佃 政則, 川原逸朗. 令和 2 年 7 月豪雨による有明海佐賀県海域の海況変化と漁業への影響について. 佐賀県有明水産振興センター研究報告 2021 ; 30 ; 59-72.
- 5) 下山 諒, 川之辺素一, 丸山瑠太, 熊川真二. 雑魚川における台風の影響調査. 令和 2 年度長野県水産試験場事業報告 2022 ; 20.
- 6) 養殖現場の台風・豪雨対策. 「養殖ビジネス」緑書房, 東京. 2020 ; 727 : 4-26.
- 7) 別府湾に大量の流木 西日本豪雨の影響か. 大分合同新聞. 2018.7.19, p.23.
- 8) 台風 14 号, 大分県内の農林水産被害 72.9 億円. 大分合同新聞. 2022.10.25, p.22.
- 9) 太田猛彦. 特集: 平成 29 年 7 月九州北部豪雨と流木災害「流木災害」と森林管理. 水利科学 No.365, 2019 ; 70-83.
- 10) 石川芳治. 最近の流木災害の特徴と対策. 第 9 回土砂災害に関するシンポジウム論文集 2018 ; 61-66.
- 11) 久保田哲成. 特集: 平成 29 年 7 月九州北部豪雨と流木災害 平成 29 年 7 月九州北部豪雨災害と流木の特徴. 水利科学 No.365, 2019 ; 10-22.
- 12) 大分県農林水産部. 次世代の大分森林づくりビジョン H29 改訂版 2018 : 40-47
- 13) 北村四郎, 村田 源, 小山鐵夫. 「原色日本植物図鑑草木編Ⅲ 単子葉類」保育社, 東京. 341-342.
- 14) 柳 哲雄, 樋口明生. 瀬戸内海の恒流. 沿岸海洋研究ノート 1979 ; 16(2) : 123-127.
- 15) 中川 一, 高橋 保. 大野川から別府湾に流出した流木群の挙動解析. 水工学論文集 2001 ; 45 : 931-936.
- 16) 伊藤 翔. 海面魚類養殖生簀に用いる漁網の基本情報と実用例. アクアネット 2022.9 ; 52-57.
- 17) 石橋泰典. クロマグロ人工種苗の産量的量産化 視覚の特性と大量死との関係の解明, 有効な対策の開発. 科学と生物 2010 ; 48(5) : 308-310.
- 18) 石田直也, 山砥稔文, 浦 賢二郎, 平江 想, 青木一弘, 小池一彦. 長崎県対馬沿岸海域で発生した養殖クロマグロ *Thunnus orientalis* の斃死要因. 日本水産学会誌 2017 ; 83(1) : 41-51.
- 19) 下山 諒, 川之辺素一, 丸山瑠太, 熊川真二. 雑魚川における台風の影響調査 ; 令和 2 年度 長野県水産試験場事業報告 2022 ; 20.
- 20) 大分県真珠養殖漁業協同組合. 「大分県真珠養殖漁業協同組合 25 年史」大分県真珠養殖漁業協同組合, 大分. 1992 ; 224-244.
- 21) 大分県海洋水産研究センター. 「大分県水産研究百年のあゆみ」大分県海洋水産研究センター, 大分. 2000 ; 83-86.