

論 文

台風を教育資源とした理科教育・環境教育への展開
—佐賀市を通過した台風からの考察—

飯盛啓生

(西九州大学子ども学部子ども学科)

(平成30年12月5日受理)

Study of Science Education and Environmental Education by using research of Typhoon

Hiroo ISAGAI

(Department of Children's Studies, Faculty of Children's Studies, Nishikyushu University)

(Accepted December 5, 2018)

Abstract

Recently, various natural disaster for example landslide disaster, heavy rainfall, Earthquake are occurred in each place of Japan. Thus, Disaster education is important in Science Education in elementary school. This paper presents research that examined the use of geochemical research of the Typhoon, as a method of teaching disaster science and science studies. The Typhoon is described in the Elementary Education Textbook as examples of irregular meteorological phenomena that are difficult to predict. It is seemed that using the Typhoon to teach science enhances students' understanding of Science Education and Environmental Education.

Key words : Typhoon 台風
Science Education 理科教育
Environmental Education 環境教育

1. 緒 言

「教育基本法」の「第一章教育の目的及び理念」の「教育の目標」において、「生命を尊び、自然を大切に、環境の保全に寄与する態度を養うこと。」とある。環境教育・理科教育において、自然現象は身近な教材として利用することは有用である。自然現象の一つとして自然災害がある。近年、日本各地においても地震、大雨、土砂災害といったさまざまな自然災害が発生している。小学校学習指導要領においても、「天気、川、土地などの指導に当たっては、災害に関する基礎的な理解が図られるようにすること」と記述されており¹⁾、理科教科書においても自然災害が取り上げられている。さらに、これらの自然災害から身を守る防災教育も重要である。したがって、教育者においては自然災害に対する知識を身につけ、理解することが必要である。小学校・幼稚園における自然災害に関する教育は難しい面もあるが、できるだけわかりやすい教育技術を考案し、実施することが重要であると考えられる。

台風は身近な自然現象であり、日本においては夏から秋にかけて誰もが幾度となく体験している。また、小学校における理科教育においても重要な位置を占めている。小学5学年の理科「天気の変化」において予測しにくい、不規則な天気の変化の例として取り上げられる気象現象の一つである²⁾。したがって、台風の発生、発達、移動、消滅に至る過程の現象について取り上げることは理科教育においても重要であると考えられる。

今回、過去に佐賀市を通過した二つの台風（2006年の台風13号および2015年の台風15号）について着目した。これらの台風は、両方とも佐賀市を通過した大型の台風であり、規模としても、ほぼ同じ大きさの台風であった。しかし、2006年の台風13号による佐賀市における被害は非常に大きいものであったのに対して、2015年の台風15号ではほとんどなかった。

このように、二つの台風において、それぞれ異なった現象が生じたことについて、これらの台風について科学的な視点から検討することは、理科教育および災害教育の一教材として有用であると考えられる。

本研究では、上記の二つの台風について、発生状況、経路、風力および風向きの点から比較・検討を行った。さらに、佐賀市周辺の地形的環境と台風被害についても検討を行った。また、自然現象は物理、

化学、生物、地学の各分野の内容を含んでいることから、小学校の理科教育における自然現象を教材とする場合の活用方法についても検討を行った。

2. 台風の科学的理解

2.1 低気圧の発生

太陽の位置が北回帰線から南下して赤道付近に来る7月から9月にかけて赤道付近の気温が上昇し、海水の温度が26℃～27℃に上昇する。この頃日本では夏から秋になる季節はいわゆる台風の発生が多い時期である。

太陽の近くの緯度付近の大気は気温の上昇と共に周辺の大気が膨張し軽くなる。軽くなった大気は急速に上昇し、上昇気流となる。そのため、海上周辺の大気は減少する。通常海洋に接している大気は海洋から蒸発した水蒸気を含んでいるので、上昇した大気に含まれていた多量の水蒸気は上空の低温のため冷却され水滴になり多量の雲が発生する。大気の上昇気流が激しくなれば、そこでは大気が希薄になり、大気圧が下がり強力な低気圧となる。低気圧となった所を埋めようと周りの大気が流れ込み、渦が発生する。

2.2 台風の発生

「台風」とは風速17.2m/秒以上の風をともなう熱帯または亜熱帯で発生する「熱帯低気圧」である^{3),4)}。北西太平洋で発生したものを「台風」、インド洋で発生したものを「サイクロン」、北大西洋で発生したものを「ハリケーン」とよんでいる⁴⁾。

赤道周辺は海水の温度が高いため、大気の上昇し低気圧になる。そのため周辺から冷たい大気が渦巻き状に集中し風が強くなる。渦巻きの方向は北半球においては反時計回りである。台風は赤道付近の東風の貿易風に流されて西方に移動する。水温が高い海域においては、上昇気流によって水蒸気が供給されることにより、台風を成長し、風力も強くなっていく。台風の進路の始めは赤道付近において貿易風に乗って西の方向に移動し、その後、徐々に進路を北に変え北上し、日本付近に接近する。日本に近づき北緯23.5°付近から強い西風の偏西風に乗って西に流される。台風の周辺における強い風力や風向は台風自信の持つ反時計回りの風の強さと台風を動かす貿易風や偏西風の風に影響される。台風の中心から東の東方と西の西方とでは風力が異なる。台風の

進む東方の前方半円では偏西風と台風自信の持つ風力が加算されて風力が最も強く、西方の後方半円の範囲は台風自身の持つ風と台風を動かす偏西風の風の方向が相反するため風力が打ち消されて弱くなる。

3. 過去の台風を用いての理科・環境教育的考察

3.1 台風13号（2006年）および台風15号（2015年）の進路

2006年の台風13号および2015年の台風15号の進路を図1に示した。2015年の台風15号は佐賀市の東部約20kmの地点を通過した。この台風は、2006年の台風13号と比較して、約半分の距離地点の通過であり、建物などへの被害や塩害による農作物への被害はほとんど見られなかった。13号台風と15号台風が佐賀に最も接近した時期における台風の状況と与えた被害状況を比較し、その結果を表1に示した。

3.2 台風による風害

台風時には風雨から様々な被害を受ける。風雨による農作物への被害は大きく、さらに海水による塩害を伴った場合、その被害はさらに大きなものとなる。

上記の2006年と2015年の台風についてその風害について下記に記述した。

3.2.1 2006年台風13号

台風13号は2006年9月17日18時頃、長崎県佐世保市付近に上陸し、佐賀県伊万里市の西部を通り、東松浦半島を北上して玄海灘に抜けたものであった。表1に示したように、佐賀県を通過したときの台風の風速は約40m/sであり、風向きは南および南東の強い風であった。台風の中心部が佐賀市の西方を通過した時、佐賀市においては台風のもっとも強い東から南東の風が吹き、さらに南西の風が変わった。この強風によって家屋の倒壊、電柱の倒壊、車の横転などの多くの被害が発生した。また、農作物においても稲が倒れるなどの被害が発生した。この時期

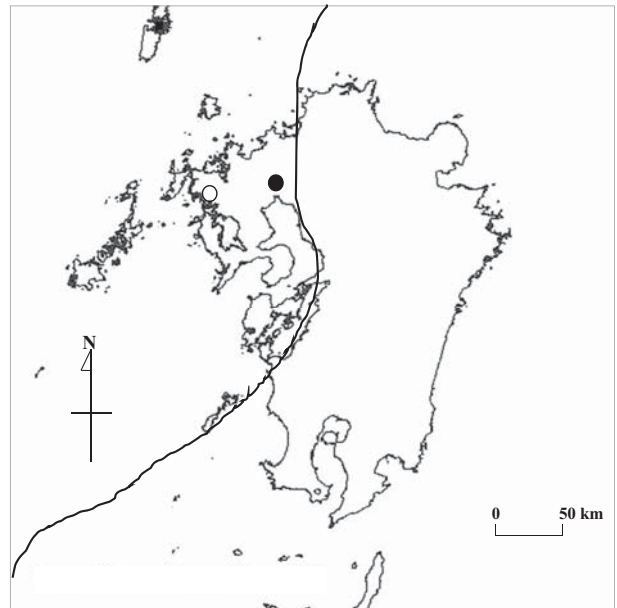
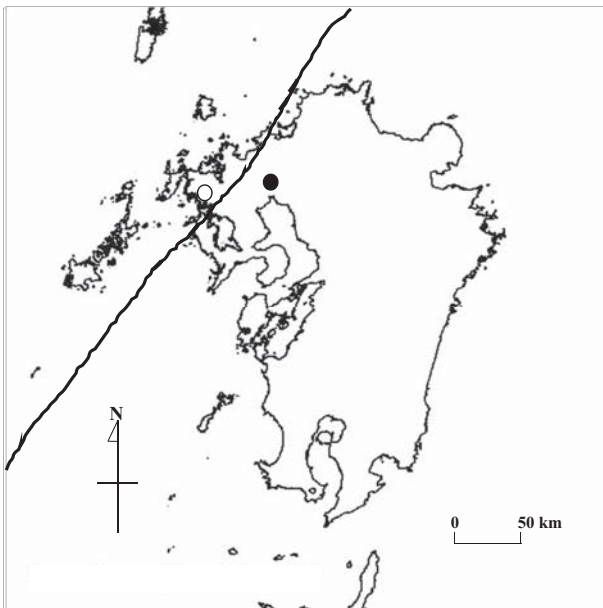


図1：台風の進路図（図1.1：2006年台風13号，図1.2：2015年台風15号，●：佐賀市，○：佐世保市）
（気象庁データより引用）

表1 2006年台風13号および2015年台風15号の概要および被害の比較

台風の状況		佐賀市を通過した状況						
台風名	発生地	上陸した地点	佐賀市から台風の目までの距離	最大瞬間風速・風向		風向の変化	佐賀市における災害	
				風向	風速 s/m	順序	風害	塩害
2006年13号	フィリピンの東	佐世保付近	西方約45km	南東	40	東→南→西	大きい	大きい
2015年15号	マリアナ諸島	久留米市付近	東方約20km	北北東	24.4	東→北→西	殆ど無い	殆ど無い

は稲の花が咲く時期であったため、米の結実が妨げられた。さらに塩害も重なり、被害は非常に大きかった。

3.2.2 2015年台風15号

台風15号は強い勢力を保ったまま台風の中心部は九州の西部を北上し、2015年8月25日6時頃熊本県荒尾市付近に上陸した後、そのまま北上し、25日7時頃福岡県の柳川市を通過し、25日8時過ぎに玄海灘に到達した。佐賀県を通過するときの台風の勢力は2006年台風13号とほとんど同じであり、中心付近の東側においては、風速約40m/sであった。しかし、台風が佐賀県の東部を通過するときにおいて、佐賀市付近は台風の西側に位置していた。その結果、佐賀市においての風は北東から北へ、さらに北西の風になった。また、風力は弱く、風による被害はほとんど見られなかった。一方で、この台風の強い風力の影響を受けた佐賀県の東部や福岡県の久留米市付近では風による被害が大きかった。

4. 台風による塩害

海水中の塩は粉末となって浮遊し、それが海風などによって海岸から遠くへ運ばれる。この風送塩は大気中に浮遊し、陸地に運ばれ、雨などに溶けて地上に降ってくる。この時、樹木の葉などに塩分が付着する。風送塩の成分のうち、海水飛沫による分別結晶の考えにより水に溶解しやすい塩化ナトリウムなどの成分は海岸に近く、硫酸マグネシウムや硫酸カルシウムなどの難溶解性の成分は遠くの方へ運ばれる^{5),6),7)}。この現象は風が強くなると海水の飛沫が多くなり、風送塩の量も非常に多くなる。これは風速が大きいため分別結晶が行われていないためと思われる。樹木などの葉に付着する塩分も海水の組成の塩分に近いものと考えられる。

付着した塩分の量は台風の時の風向や風力および降雨量などの要因が大きく影響する。また海面の状態によっても影響され、台風の通過時に海域が満潮時であるか、干潮時であるかによって違ってくる。

4.1 2006年台風13号による塩害

佐賀市付近においては、最初は強い東風であったが、台風の中心部が近くなると風力が東から南東の風となり風力は益々強くなった(表2)。さらに南西の風となり、風力はあまり衰えず強力であった。

表2 有明海の潮位の状況

	2006年台風13号	2015年台風15号
通過日時	9月18日19時頃	8月25日7時頃
潮位の動き	大潮時(19時48分)の最高潮位に向かう	小潮時(4時27分)の最高に向かう
最高潮位	2.01m	1.13m
台風通過時の潮位	2.01mより低い	1.13mより低い

潮位・時刻は有明海住ノ江港の状況を示す
出典：佐賀県県土づくり本部農山漁村課(平成18年・27年)

台風の中心部が最も佐賀市に近い時期には南風が非常に強く、有明海から陸地に向かって吹く強力な風で有明海の海水の飛沫などが多くなった。丁度、満潮時にあたり、海水の影響が非常に強かったと考えられる。そのため農作物に対する被害は極めて大きく、その影響により、多くの植物が枯死した。これは、農作物に付着した海水が台風の強風によって水分の蒸発、急激な濃縮状態になり、塩分が高濃度になったものと考えられる。

4.2 2015年台風15号による塩害

2015年台風15号は2006年台風13号と比較して勢力はほとんど同じであるが佐賀市は台風の西側に当たり、風向が真反対で陸地から有明海方向であったため海水の飛沫などの影響はなかったものと思われる。また、海水はその時は干潮時であり、ほとんど干潟が露出して海水がなかった状態であったことから、海水の影響は少なかったものと考えられる。したがって、15号台風における農作物の塩害による被害は13号台風と比較して少なかった。

4.3 台風通過時の有明海の潮汐

塩害の影響は海水による影響が大きいことが予想される。佐賀地域に接している有明海の沿岸は遠浅であり、干潮時には広い干潟(最大で約100ヘクタール)が出現する。したがって、有明海の干満の潮位差が台風による塩害に大きく影響したものと思われる。有明海は潮位差が大きく(最大で約6m)日本では最大である。従って、風による海水飛沫の運搬の影響は有明海の潮位の状況によって極めて大きいと考えられる。有明海の潮汐の状況を表2に示す。

2006年の台風13号の佐賀を通過する時は表2に示されるように、満潮時(潮位2.01m)であったため、南風が強く海域から陸地に向かって吹いていた。そのため塩害の影響が大きかったと考えられる。これ

に対して、2015年の台風15号通過時の風は陸から海へ吹いたことから、海域からの影響はほとんどなかったと考えられる。さらに、この台風通過時の有明海は干潮時であり、海水が沿岸付近に来なかったことも、塩害の影響が小さかった要因であると考えられる。

5. 植物に付着した塩類の検討

海岸に近い大気中には海水の飛沫による塩類が含まれており、風によって移動する。その後、これらの塩類は降下し、樹木や草などに付着する。また、霧や雨などにも溶けて降下し、地下水や河川水および土壌などに吸収される。これらは風送塩と呼ばれる。風送塩の影響は海岸に近いほど大きく、海岸から遠くなると減少する。したがって、風送塩を測定することで、台風による影響を検討する一つの目安となることが考えられる。

5.1 化学的手法による植物への影響調査

風送塩の成分については樹木の葉などに付着した塩類を水に溶解したのち、機器により測定する。今回、筆者らが以前行った台風通過後の樹木の葉に付着した風送塩の研究を例にとり、考察する。

2006年の台風13号通過後の有明海の堤防近くの稲は全体的に白くなっており、枯れかかっていた。また、道端の草木なども同じような状態が観察された。

5.1.1 稲穂の採取

台風通過後、すぐに、雨が降る前に稲穂を採取した。採取地点は有明海海岸付近、海岸から0 km、5 km および20km の地点であった。

5.1.2 松葉の採取

台風が通過した後、すぐに、雨が降る前に松葉を採取した。採取地点は有明海海岸から1 km、1.8 km、5 km、10km および20km の地点であった。海岸から1 kmと1.8kmの地点に生育している松において、海岸に面した一部のものは枯れていた。稲穂・松葉の採取地点を図2に示した。

5.1.3 試料の調製

採取した稲穂および松葉を5 g ずつ量りとり、これに200mlの水を加えて2分間振り洗いし、測定の試料とした。

5.1.4 測定方法

風送塩の各成分の測定について用いた機器は以下の通りである。

電気伝導率：電気伝導度計 TOA CM-40S

ナトリウム、マグネシウム、カルシウム、カリウム：SHIMADZU AA-660型原子吸光光度計

5.1.5 稲穂および松葉に付着した塩分の測定結果

稲穂および松葉に付着した風送塩の化学成分の結果について、表3に示す。これらの詳細な内容につ

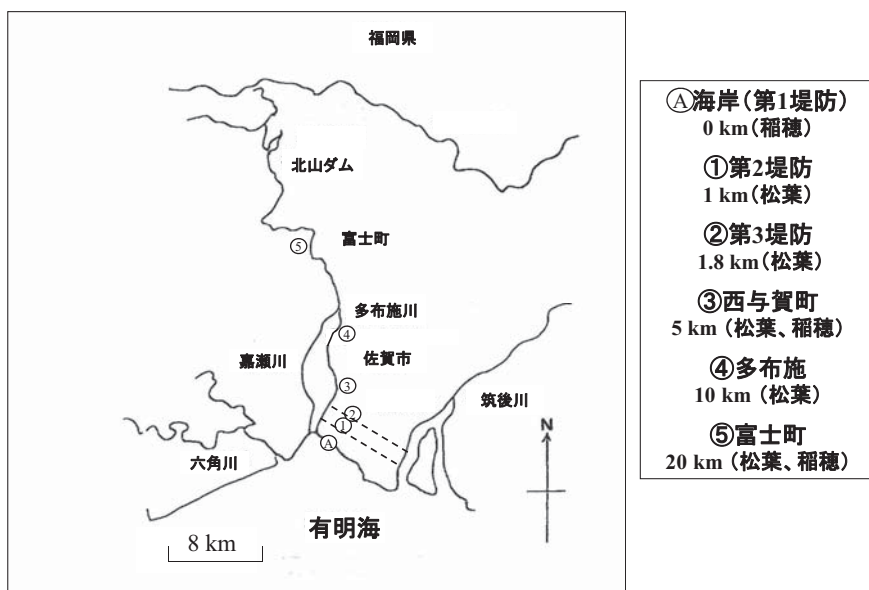


図2：試料採取地点（飯盛啓生，飯盛喜代春：自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集34号（2010）より引用）

表3 稲穂および松葉に付着した風送塩の化学成分

	E.C μS/cm	Na ⁺ mg/L	K ⁺ mg/L	Ca ²⁺ mg/L	Mg ²⁺ mg/L
稲穂	272	22.1	13.7	0.9	0.71
松葉	47	6.5	1.7	1.1	0.65

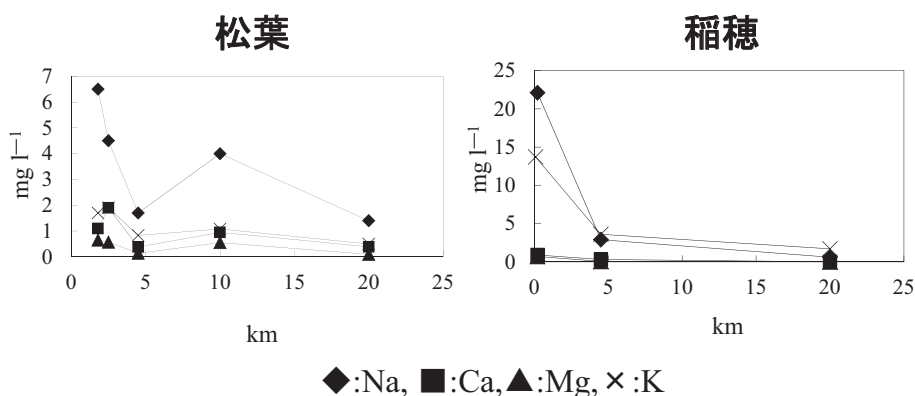


図3：2006年台風13号通過後の有明海からの距離と稲穂・松葉に付着した化学成分との関係（飯盛啓生，飯盛喜代春：自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集34号（2010）より引用）

いては既に報告した⁸⁾。

5.2 海水と付着塩

図3に有明海からの距離と稲穂・松葉に付着した化学成分との関係について示す。佐賀市の農作物に大きな被害を与えた2006年の台風13号では海岸に近い所の稲穂および松葉において塩分の付着量が多く、海岸から遠くなるにつれて急激に減少している。また、海岸に最も近い所では塩分の影響を非常に大きく受けた。海岸から遠くなるにつれて、その影響は急激に減少し、約3kmの地点ではほとんどみられない⁸⁾。有明海近くの堤防のすぐ近くに農地が広がっている。そのため2006年の台風13号によって、この農地の作物は有明海の塩分の影響により大きな打撃を受けたことが示唆されている。

6. 台風被害の対策

6.1 風に対する対策

科学的な知見および実験を通して、色々と台風についての理解が深まることによって、台風による被害を抑えるための対策が必要であることを理解する。児童が台風の進路によって、自分のいる所にどの方

向の風がどれくらいの強さで吹くか、ということによって、被害が出来るだけ少なくなるようなことについて、すなわち、災害や防災に対する意識を持って学ぶことも期待される。

6.2 塩害による対策

自分が住んでいる地域の周辺に海があれば、塩害による被害について考えることも一つの材料となる。

強風が海から陸に向かってるか、また、陸から海に向かってるかによって、塩害についての対策を考えることの判断材料となることが期待される。また、塩害が大きいか少ないかは干満の時間と重なるかどうかによっても異なることかが予想される。したがって、強風が海の方から吹くときに満潮であるか干潮であるかを調査し、干満の時間を確認することも、塩害についての対策を考えるための材料となると考えられる。

7. まとめ

近年、様々な災害が日本において起こっている。小学校5年生の理科において「流れる水の働きと土地の変化」、「天気の変化」、さらに小学校6年生の

「土地のつくりと変化」において自然災害にふれて学習内容を深めることが重要になっている。本研究は佐賀市近くを通過した台風について過去に検討および報告した内容を基に理科教育・災害教育の科学的な教材としての可能性について、様々な点から検討を行った。

これらの台風は勢力がほとんど同じ程度の強大な台風であったが、台風の上陸地点の違いや有明海の干満の時間帯によって被害の大きさに違いがみられた。このことについて理解する上での科学的知見や実験による確認の重要性について考察を行った。その結果、台風を理科・災害教育の材料として取り入れることは非常に有用なものであると考えられた。

また、台風についての教育は子ども自身の生命を守る防災教育の面においても重要であると考え

文 献

- 1) 文部科学省：小学校学習指導要領解説理科編，p. 101, (2017)
- 2) 安藤秀俊：小学校理科教育法基礎知識と演習，p. 110, (2013), (大学教育出版)
- 3) 〈https://www.jma.go.jp/jma/kishou/yougo_hp/haichi2.html〉 (参照：2018. 11. 29)
- 4) Newton：「気象のきほん」, p. 28, (2018), (ニュートンプレス)
- 5) 菅原健：地球化学，岩波講座現代化学Ⅱ. C, p. 27, (1956), (岩波書店)
- 6) 菅原健, 半谷高久：日本化学雑誌, 71, 1, 52-54 (1950)
- 7) Koyama, T and K. Sugawara, Chem. Soc. Jpn. Bull, 26, 123-126. (1953)
- 8) 飯盛啓生, 飯盛喜代春：自然災害研究協議会西部地区部会報・論文集34, 41-44, (2010)