熊日ジュニア科学賞

知らない現象（不知火現象）を科学する2

～浮島現象観測などから不知火現象解明への挑戦～

熊本県立宇土高等学校　科学部地学班　2年 1年

【要約】
昨年からの継続研究で、不知火現象の観測データを増やし、次に示す３つの視点(疑問)から解明に挑んだ。①光学的視点：不知火発生の仕組みやその条件、②気象学的視点：なぜ八朔なのか、③地形学的視点：干潟の分布とその効果。研究の結果、①光学的には、不知火は異常屈折とされ一部は浮島現象や逃げ水と同じ下位蜃気楼であり、下側に反転して見えていた。その光路については、レーザー光を用いた実験で検証できた。②気象学的には、観測は八朔(旧暦の８月）の時期が良いとされているが、これは海水温と気温の温度差が大きい時期であるからだ。③地形学的には、干潟は温度差を大きくし異常屈折の原因となる気温のムラを生じさせていると考えられ、不知火海の東側沿岸（八代方面）に多く分布している。また、これらを元に新たな不知火現象の観望地（松合漁港の堤防から松橋方面）を発見できた。

1 昨年の研究でわかった主な内容

・不知火現象のことはよく知らない人が多い。（アンケートや聞き取り調査より）
・不知火現象を観測、八朔だけではなく、八望でも観測できる。
・干潟が不知火発生条件の１つ。

2 今年度の目的

不知火現象に関する以下の疑問を 以下の３つの視点から明らかにする。
A　見え方やその仕組みは？　…　光学的視点
B　なぜ１年の中で八朔なのか？　…　気象学的視点
C　干潟の効果や関連性は？　…　地形学的視点

図１　観測関係箇所の概要図

3 研究内容

A 光学的視点

1 不知火現象の観測

（１）目的：2020年の不知火現象を観測し、不知火現象の見え方や観測条件を明らかにする。
（２）方法：① 観測場所（図１）：宇城市不知火町の永尾神社、松合漁港
② 高さ（図２）：永尾神社の観望所（9m）、永尾海岸（１m）

図２　観測地点の様子（永尾神社の観望所と永尾海岸）

③ 観測方向
永尾神社の観望所、神社前の永尾海岸の２地点で写真を撮る 。(図３)

図３　観測方向

表１　観測日時と不知火現象の有無

時潮	日付	旧暦	観測時間	不知火
六朔	7/22(水)	6/2	19:00～24:00	×
六望	8/4(火)	6/15	9:00～29:00	×
八朔	9/20(日)	8/4	26:00～28:30	○
八望	10/3(土)	8/17	24:00～28:30	○
九朔	10/17(土)	9/1	24:00～28:00	○

（３）結果(表１)
① 観測日　長時間の観測。 大潮の日の満潮→干潮。七朔は、コロナのため観測を自粛。
七望は、台風９号、八朔当日は大雨のため断念。
② 観測できた不知火現象の種子（図４）
・光源が下側に反転し、２列になって見えた 。

図４　最もよく撮れた不知火現象の写真（2020年10月3日2:00、永尾海岸にて、八代運動公園方面、約12.3kmの距離）

・観測点から観測物までの距離で、不知火の見え方に違いがあった。
・約10km前後の距離において、不知火現象が見られた 。
③ 観測点の高さによる違い
・10月3日の観測では、観測点が低い方がよく見れた(大島方面)
・10月18日では、観測点が高い方がよく見れた(大島方面)
・10月18日では、観測点が低い方がよく見れた(日本製紙工場方面)
→　観測点の高さや観測先までの距離、観測時の局所的な要因よって、見え方が変わる
④ 時間の経過による変化
よく見えた時から一時間程度経過すると見えにくくなった。（図５）

図５　不知火現象の時間変移（大島左の運動公園方面、10月3日大潮の日）

⑤ 距離がほぼ同じところでの違い
距離、観測点の高さ、時間は同じであるのに、不知火現象の見え方が異なっていた。
何が局所的な要素が原因　→　風の影響と考えた（図６）
⑥ 最大干潮時の見え方：不知火が観測できたどの日も見えなくなった（図７）

図６　見る方向による見え方の違い（10月7日、左は3：35、右は3：37）

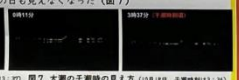

図７　大潮の干潮時の見え方（10月18日、干潮時刻は3：36）

2 浮島現象の観測

（１）方法
冬季に、以下の晴れた17日間において浮島現象の観察を行った。
・2019年：11月… 9日,10日,12日,13日,15日,16日　　12月…7日,8日,9日,23日,24日
・2020年：2月… 1日, 2日, 5日, 6日, 9日,19日

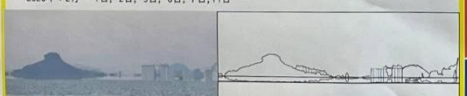

図８　浮島現象の種子　(2月6日7時過ぎ、左：写真、右：スケッチ)

（２）結果
① 見え方： 下側に反転したような形となり、浮いて見えた。(図８)
② 観測に必要な条件： ア 一定の距離　イ 観測点の高さが低い　ウ 海水と気温の温度差が大きい
（３）考察：不知火現象と浮島現象は、似たような見え方をしてる。

3 発生原理

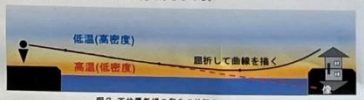

図９　下位蜃気楼の発生の仕組み

光は気温（密度）の異なる空気層を通るとき屈折し曲線を描くため像が反転して見える（図９）。
→　観測した不知火現象や浮島現象は下位蜃気楼

4 モデル実験による下位蜃気楼の光路の確認

（１）方法
下位蜃気楼発生の要因の空気の密度差（温度差）を飽和砂糖水溶液と水を用いて層を作り再現する。
（２）結果（図10）
①　見え方：反転した不知火現象や浮島現象のような像を見ることができた。（図11）
②　下位蜃気楼の光路：屈折を繰り返しできれいに曲線を描いて曲がっていて、下位蜃気楼の光路を確認することができた。（図12）

図10　実験装置

図11　見えた像

図12　レーザーの光路

B 気象学的視点

1 動機・目的

現象発生の仕組みから考えると、気温と海水温の差が大きいことが重要だが、なぜ不知火現象の観測は、八朔の時期がよいとされているのか？気温と海水温に着目し、気象学的視点からこの問いに挑むことにした。

2 日較差（表２）

観測できた時は、最高気温と最低気温との温度差が大きい。

3 気温と海水温の関係（表３）

(1) 不知火現象観測日の気温と海水温：観測できた日は、気温と海水温との温度差が大きい。

表２　不知火現象観測日の最高・最低気温と日較差（九州地方データより）

日付	最高(℃)	最低(℃)	較(℃)
7月21日	31.9	25.0	6.9
8月4日	33.4	23.5	9.9
9月20日	26.4	15.5	10.9
10月3日	28.4	17.3	11.1
10月17日	21.8	13.4	8.4

表３　不知火現象観測時の気温と海水温の関係

日にち（時間）	不知火現象	松合の海水(℃)	海岸の気温(℃)	温度差(℃)
8月4日（六望）	×	31.2	27.7	3.5
8月20日（八朔）	○	25.8	19.2	6.6
10月3日（八望）	○	24.9	19.1	5.8
10月17日（八朔）	○	21.6	13.3	8.3

（２）海面直上の気温
海面から高さが上がるにつれて下がっていた。
→ 直上の空気は海面に近いほど、受ける影響は大きい。（表４）

表４　海面の直上の気温（℃）（松合漁港）

海面からの高さ(cm)	0時(℃)	4時(℃)
200	20.2	19.1
40	20.3	19.2
20	20.4	19.3
5	20.5	19.4

上冷下暖の空気層　冷↕暖

5 なぜ八朔が良いとされているのか

（１）月別日較差
春（3月から4月）、八朔（8月から9月）頃で、月別日較差が大きくなっていた。
（２）海水温と最低気温（図13、表５・６、気象庁データより作成）
冬から春にかけてと八朔の時期に気温が高くなっている気象庁のデータでは冬の温度差が大きくなっているが、不知火海の海水温は、実際にはもう少し低い。そのため、冬の温度差が大きい日数や温度差はもう少し少ないと思われる。

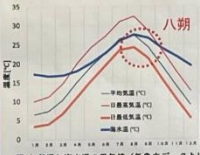

図13　気温と海水温の平年値（気象庁データより作成。三角の1981年～2010年の平均値）

表５　海水温（平年値）と最低気温の温度差が10℃以上の日数

年	2019																	
月	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
日数	0	0	2	18	26	22	8	11	5	0	0	0	0	1	0

表６　季節での海水温（平年値）と最低気温の最大温度差

年	2019		2020	
季節	秋(八朔)	冬	春	秋(八朔)
日付	10月31日	12月31日	3月6日	9月21日
最大温度差（℃）	11.0	18.0	15.0	10.2

（３）秋雨前線や台風の影響
①　秋雨前線：前線通過により日射量が減り、気温変化が小さくなる。
→　八朔当日は、現地に集合するも雨で観測できず、ここ３年間は毎回天候に恵まれず観測不可。
②台風：風による表層の混合で海水温が低下。（図15）
→　今年は記録的に表層の海水温が高かったが、その後台風９・10号の通過で海水温は急に低下。

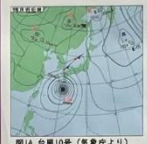

図14　台風10号（気象庁より）

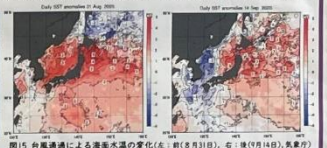

図15　台風通過による海面水温の変化（左：前(8月31日)、右：後(9月14日)、気象庁）

（４）まとめ
・八朔は、必要な条件である月別日較差、海水温と最低気温の差が大きくなっている。
・八朔の時期の晴れた日は、一年の中で海水温と最低気温の温度差が大きくなる。
→　よって、秋雨や台風の影響がなければ、八朔は最も不知火現象の観測に適した時期である。

C 地形学的視点

1 動機・目的

文献から、干潟は不知火現象発生の原因だとわかった。
そこで、干潟の特徴・分布、不知火海の特徴について明らかにする。

図16　干潟の構造（永尾海岸にて）

2 干潟の構造と気温の実測

（１）方法：干潟の種子を3地点観測する。（永尾、二本松、亀崎）
（２）結果：海水が溜まっている所と砂の所が多数点在。(図16)
（３）考察
海水が残っているところの上は気温が高く、土のところは低い。
→　温度が異なるところが複雑に分布し、上位蜃気楼と下位蜃気楼とが合わさったような不知火現象を生み出しているのではないか。

図17　測定の様子（9月13日12時30分）

3 干潟の効果～陸、干潟、海を田んぼでモデル化～

（１）動機・目的・方法
水温等で干潟温度分布や、気温の測定を試みたが、ぬかるみがひどくて、観測できなかった。そのため田んぼの水、湿っている土、乾いている土を海水、干潟、陸に見立て、地中(水中)・表面・表面から高さ約1cmを計測する。（図17）

表６　9/15午前５時と9/13午後1時の温度の様子

	水（海）		干潟（ぬかるみ・湿った土）		陸（乾）	
	中	表	中	表	中	表
高さ1cm付近温度(℃)	20.6	29.1	20.0	28.2	20.0	25.0
表面温度(℃)	20.2	31.1	19.8	33.4	20.5	25.9
地中（水中）(℃)	22.8	30.0	23.5	30.2	21.0	29.9

（２）結果・考察（表６）
・朝から昼にかけて、どこでも温度が上がっている。
・温度変化は、土、湿った土、水の順に大きかった。
→　朝には、どの場所でも温度が最低になる。
水を含むほど、温度変化が小さくなる。

4 干潟の分布

（１）方法
① 大潮の日にドローンを用いて干潟分布の様子を写真に撮る。
② 満潮時と干潮時を比較する。
（２）結果
満潮時では、海水で満たされるのに対し、干潮時は広範囲に分布していた。（図18）

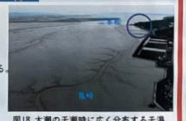

図18　大潮の干潮時に広く分布する干潟

5 不知火海の特徴～海と干潟の状態は～

（１）方法
地形図を貼り合わせ、干潟の分布図を作成する。
（２）結果（図19）
① 地形…　不知火海は、北東－南西方向に細長い。
② 干潟の分布…八代方面は広範囲に分布。
③ 多くの川の分布…気温の異なる空気が複雑に分布。

図19　干潟の分布

4 複合的考察

（１）動機：昔と今の条件の違いとして
光源：① 光源：漁火→街明かり（LEDなど）
光源の位置や光量が変化した。
② 埋め立て：干潟の減少、観測に支障となる。
（２）目的
① 昔見られたような不知火現象を観測する。（上下左右に伸び縮みする不知火現象の観測）
②「永尾→大島」以外の新たな観望地と観望先を見つける。
（３）仮説
① 不知火海北側にも干潟が分布している。（松橋～松合など）
② 松橋方面に街明かり（漁り火に替わる光源の存在）がある。
③ 松合漁港の長くつきだした堤防（干潟を多く望むことのできる観望地）がある。
以上の３つから、松合漁港の堤防から松橋方面で、観測できると考えた。
（４）方法
松合漁港の堤防上から松橋方面を観察する。
（５）結果（図20）
・明滅している不知火現象を観測できた。　・光源が何列にも並んで反転している。

図20　松合漁港の堤防から見た松橋方面の日中と夜間の不知火現象の種子（左：10月6日17：30、右：10月7日4：00頃）

（６）考察（図21）
逃げ水の観測を行うと逃げ水は１つではなく、いくつも見えていた。
何列にも見えている点で不知火現象は、逃げ水の見え方と似ている。

5 まとめ

・不知火現象は、浮島現象と同様に気温の異なる空気が原因で起こる光の屈折現象である。
・気温と海水温との温度差が大きく、干潟が広く分布する八朔頃の大潮の晴れた日の晩に観測できる。
・昔と現在では光源や干潟の分布域等が変化しているため、「永尾→大島」は、現在一番の観望地。
・新規の観望地として「松合の堤防→松橋」を発見することができた。

6 今後の課題

・不知火現象の観測データを蓄積する。（八朔＋冬や春、大潮時以外でも）
・不知火海上での風と不知火現象に与える影響を調べる。
・シミュレーションソフトを用いた光学的検証を行う。
・不知火現象や逃げ水のモデル化（再現実験）を行う。
・上位蜃気楼が明瞭な不知火現象の観測を行う。
・海水に影響を受けた空気層の厚さの観測を正確に行う。
・干潟の上の気温の測定と気温分布の3D化を行う。
・干潟に流れ込む川による気温への影響を調べる。
・他の観望地・観望先の検討と、観測による検証を行う。

図21　逃げ水がいくつも見える様子

7 謝辞および主な引用・参考文献

本研究に協力頂いた宇城市役所、宇城市教育委員会、永尾・松合の方々、本校の本多栄喜先生に感謝申し上げます。

・気象庁HP（http://www.jma.go.jp/jma/index.html）
・文献集　不知火（不知火資料収集委員会）
・八代手指の歴史～我が町は縫なり～
・「環境林」と「蜃気楼」、富山湾のふたつの不思議に出会える博物館
・不知火の研究(重書房有限会社 山下太利)
・不知火新考(島地書館株式会社 立石巌)
・八代パンフレット