

比井湾で顕著な水温変動が起こる機構の検討

諏訪 剛

和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場

The Study of the Remarkable Fluctuation of the Water Temperature at the Hii Bay

Tsuyoshi Suwa

Marine Fisheries Experimental Station

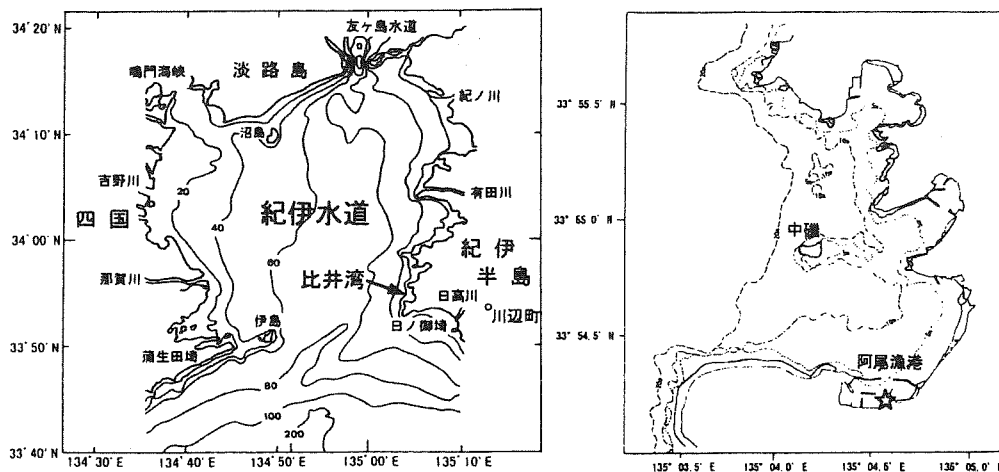
Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries

緒 言

比井湾は紀伊水道の入口付近に位置し、西側の紀伊水道に向かって大きく口を開いた、湾口幅および湾入距離がいずれも2 km余りの湾である(第1図)。比井湾の水深は湾口部では30 m前後で、湾中央域では大部分が10~20 mである。ただし、湾のほぼ中央部には中磯と呼ばれる浅い岩礁域が存在し、この岩礁域の最浅部は干潮時には水面上に現れる。

比井湾の南部沿岸は一部が埋め立てられて阿尾漁港となっている。阿尾漁港の埋め立て地には比井崎漁業協同組合の活魚水槽があり、この活魚水槽には掘り抜き井戸から常時汲み上げた海水をかけ流している。掘り抜き井戸の前に広がる海の水深は3~4 mであることから、この井戸には水深3~4 mの海底の水が常に浸み出していると考えられる。

比井崎漁業協同組合の活魚水槽には小型の自動記録式水温計を設置しており、連続的な水温観測を実施している。その観測結果を2000年8月から2003年7月まで、冬季が中央に位置するように表示したのが第2図である。第2図の中で矢印を付けた期間には顕著な水温変動が認められる。このうち、2000年11月~2001年5月に観測された水温変動に関しては諏訪(2003)が報告しており、この報告の中で、冬季を中心に紀伊水道の入口付近で発達するフロントの変動が比井湾では顕著な水温変動を生じさせる



第1図 紀伊水道の全体図(左)と比井湾の拡大図(右)

右図の☆は水温と塩分の観測場所である比井崎漁業協同組合の活魚水槽がある位置を示す。

可能性を指摘している。紀伊水道の入口付近で冬季を中心とした時期に発達するフロントは、紀伊水道の低温で低塩分な内海系水と、太平洋の高温で高塩分な外海系水の間のできる潮目である(吉岡, 1971)。

本研究では、2000年の冬季から2003年の早春季の間に比井湾で観察された顕著な水温変動について、フロントの分布変動との関係を人工衛星画像を用いて検討するとともに、塩分変動との関係についても検討し、比井湾における水温変動の機構について考察する。

材料および方法

用いたデータは、比井湾の水温と塩分、紀伊水道周辺の人工衛星画像、および日高郡川辺町の降水量である。比井湾の水温と人工衛星画像は、第2図の矢印で示した2000年12月1日～2001年5月31日、2001年12月22日～2002年3月31日、2003年1月1日～3月31日の各期間内のものを検討した。比井湾の塩分については2002年1月4日～3月31日、および2003年1月1日～3月31日の各期間のものを検討した。また、塩分に対する降水の影響を検討するため、塩分データを利用した月については、比井湾に比較的近い日高郡川辺町(第1図)の降水量を用いた。

データの観測方法および出所

・水温

緒言で述べたとおり、比井湾漁業協同組合の活魚水槽で観測した水温は水深3～4mのものと考えられる。データは自動記録式水温計(Onset社製「TidbiT」)によって30分の時間間隔で記録された測定値を1日毎に相加平均したものをを用いた。

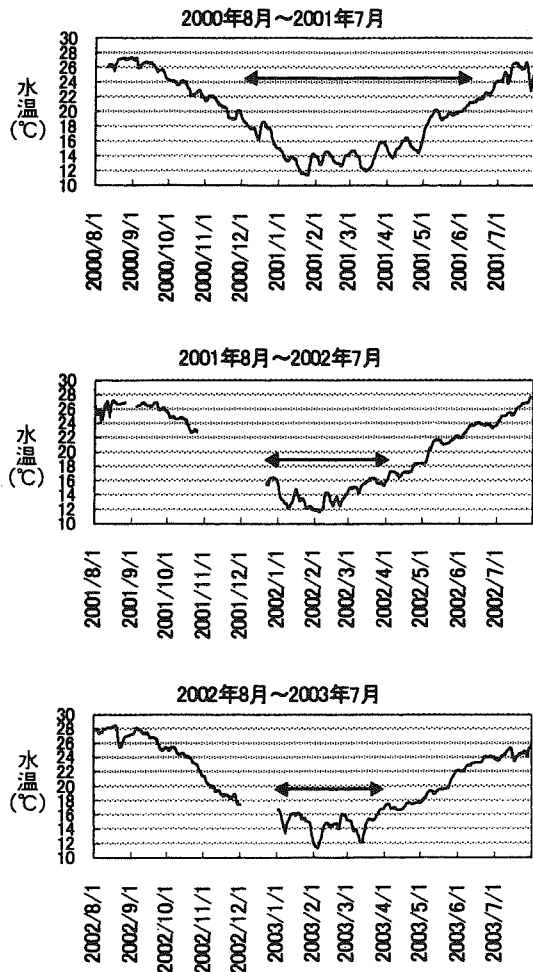
・人工衛星画像

和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場が人工衛星NOAAから受信した紀伊水道周辺の表面水温の水平分布画像(一日合成画像)の中から、比井湾における顕著な水温変動の上昇や下降のピーク日付近に当たり、雲が比較的少なく鮮明な画像、および雲がほとんどなくて特に鮮明な画像を、それぞれ選出した。

なお、ここで用いた人工衛星による水温分布画像は、1日に6～12回観測された水温分布データを、SeaSpace社製のTeraScan Systemによって画像合成したものである。画像の合成に際して、1日の区切りはグリニジ平均時に基づいている。グリニジ平均時は日本標準時よりも9時間遅いので、例えば1月1日分として合成された画像は、日本の日付では1月1～2日の合成となる。

・塩分および降水量

比井湾漁業協同組合の職員に委託した定地観測による塩分データを用いた。この定地観測では、水温を測定したのと同じ活魚水槽で毎朝9時に塩検瓶へ採水している。これを後に和歌山県農林水産総合技



第2図 比井湾における顕著な水温変動
両矢印で示した期間に顕著な水温変動がみられる。

術センター水産試験場でサリノメーター（YEO-KAL 社製 601MK III）を用いて塩分検定した。

塩分濃度に影響を与えると予想される降水量については、日高郡川辺町のアメダスによって観測された日毎の降水量をインターネットの「電子閲覧室」（<http://www.data.kishou.go.jp/>）により検索した。

データの検討方法

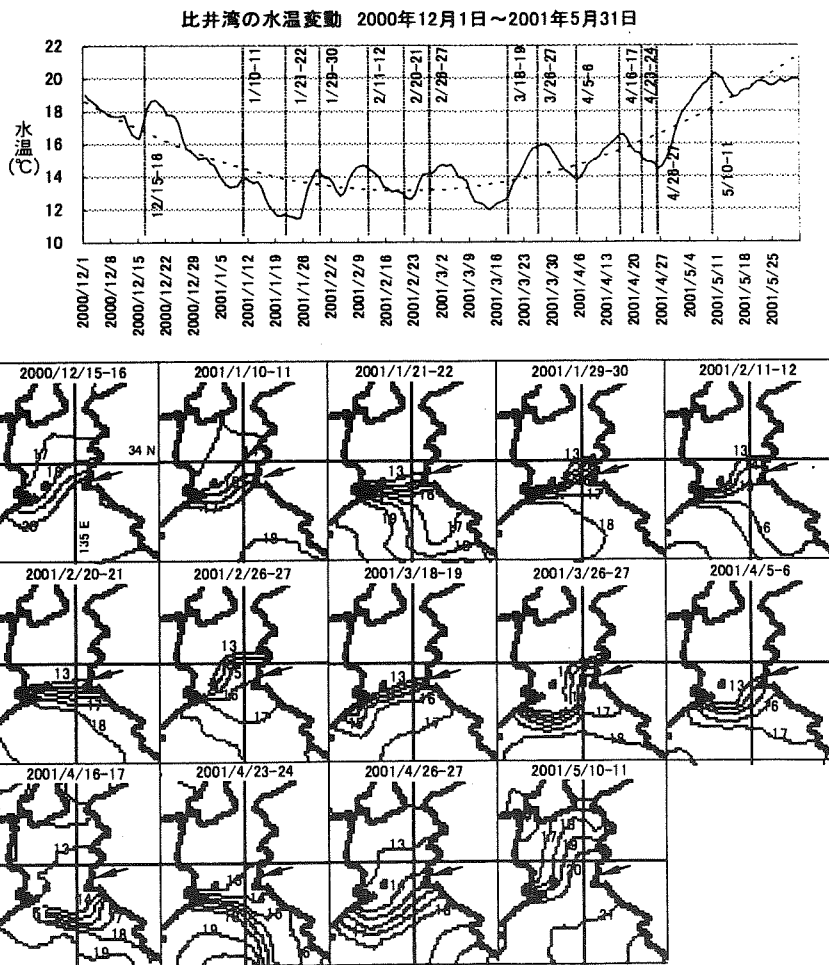
・フロントと比井湾の水温

選出された人工衛星画像を、2000～2001年、2001～2002年、2003年の各検討期間ごとに、第3-1～3図に示した。衛星画像の上段には比井湾の水温経過グラフを示し、下段の衛星画像が撮影された日を記入した。

諏訪（2003）は、比井湾の顕著な水温変動について、紀伊水道入口付近のフロントが比井湾よりも北上したときは水温が上昇し、南下した時は水温が下降すると推測している。この推測を検証するために、選出された衛星画像が撮影された日のフロントと比井湾の水温の各状態を、以下の方法で表した。

フロントが比井湾の北にあるか南にあるかについては、等水温線が比較的込み入った部分をフロントとみなし、このフロントを成す水温帯の平均水温に当たる等値線をフロントの中心として、このフロントの中心が比井湾に対してどこに位置するかを衛星画像から読みとった。

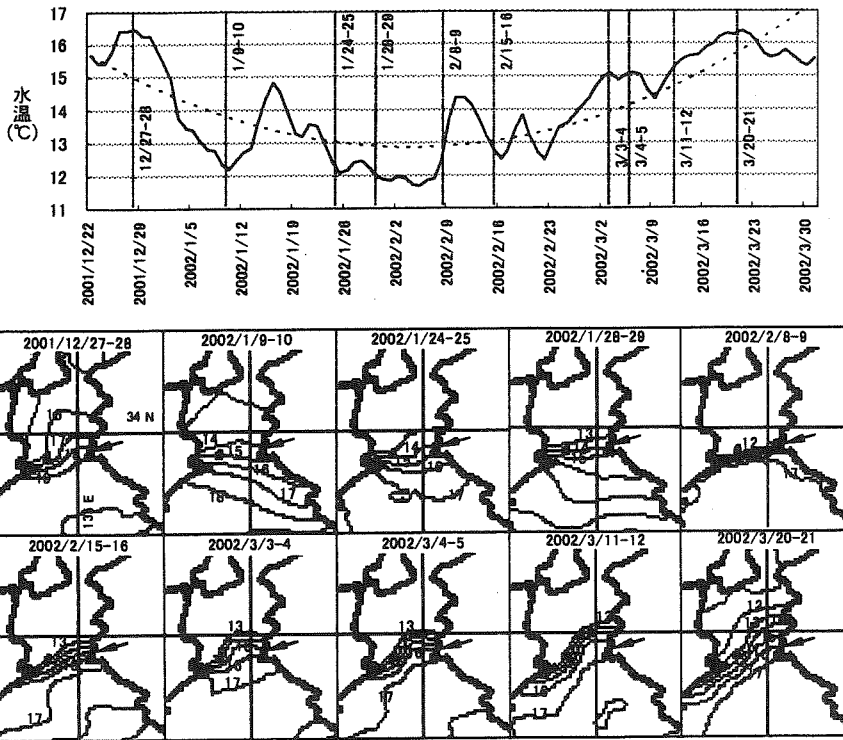
また、フロントの分布状態を次の4つのパターンに分けた。すなわちフロントが、紀伊水道内部に「大きく北上」、「紀伊半島側で北上」、「東西にほぼ水平」、「紀伊半島側で南下」、の各パターンである（第4図）。



第3-1図 人工衛星画像図と比井湾の水温経過（2000年12月～2001年3月）

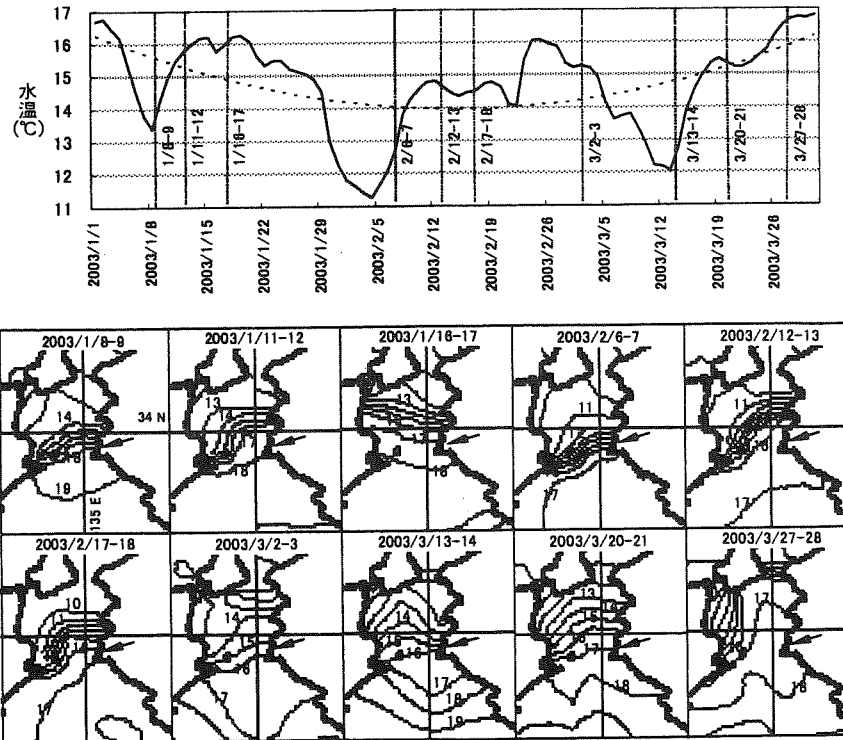
上段に示した比井湾の水温経過グラフには、下段に示したそれぞれの衛星画像が撮影された日を記入してある。破線は2次式による近似曲線である。衛星画像中の矢印は比井湾の位置を示す。

比井湾の水温変動 2001年12月22日～2002年3月31日



第3-2図 人工衛星画像図と比井湾の水温経過 (2001年12月～2002年3月)
図の示し方は第3-1図と同じ。

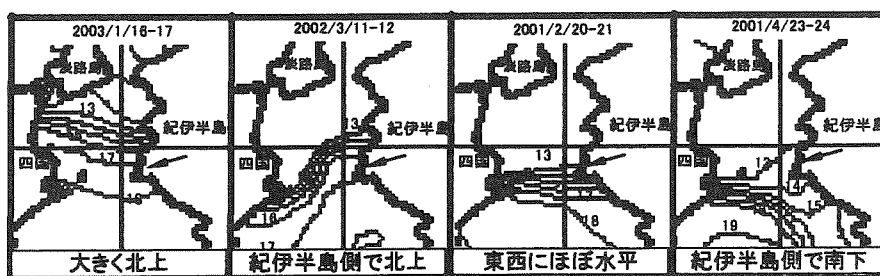
比井湾の水温変動 2003年1月1日～3月31日



第3-3図 人工衛星画像図と比井湾の水温経過 (2003年1～3月)
図の示し方は第3-1図と同じ。

衛星画像が撮影された日の水温が、全体的な水温変動のなかで上昇時にあるのか下降時にあるのかについては、水温グラフに2次式による近似曲線を描いて、この曲線よりも水温が高ければ上昇時、低ければ下降時と判断した。ここでは、水温が絶対的に高いか低いかを把握したいのではなく、全体的な変動のなかで相対的に水温上昇時にあるか下降時にあるかを判断したいのでこういう方法をとった。近似曲線に2次式を用いた理由は、変曲点を一つ持つこの曲線が、同じく最低水温期という変曲点を一つ持つ冬～早春季の水温経過に概ね似たカーブを描くと判断したためである。

各衛星画像について、フロントを成すと考えられる等水温線、フロントの中心と考えられる等水温線、フロントの位置および分布パターン、画像が撮影された日の水温が上昇時にあったか下降時にあったかを、それぞれ第1表に示した。



第4図 フロントの分布パターン
典型的なものを示した。矢印は比井湾の位置を示す。

第1表 フロントの位置および分布パターンと比井湾の水温状態

人工衛星画像の撮影日	フロントを成す等水温線	フロント中心の等水温線	フロント中心の位置*	フロントの分布パターン	比井湾の水温
2000年12月15~16日	18~20	19.0	北	紀伊半島側で北上	下降
2001年1月10~11日	15~17	16.0	南	紀伊半島側で北上	下降
2001年1月21~22日	13~16	14.5	南	東西にほぼ水平	下降
2001年1月29~30日	13~16	14.5	北	紀伊半島側で北上	上昇
2001年2月11~12日	13~15	14.0	北	紀伊半島側で北上	上昇
2001年2月20~21日	13~17	15.0	南	東西にほぼ水平	下降
2001年2月26~27日	13~15	14.0	北	紀伊半島側で北上	上昇
2001年3月18~19日	13~16	14.5	南	東西にほぼ水平	下降
2001年3月26~27日	14~16	15.0	北	紀伊半島側で北上	上昇
2001年4月5~6日	13~16	14.5	南	紀伊半島側で北上	下降
2001年4月16~17日	14~17	15.5	南	紀伊半島側で南下	上昇
2001年4月23~24日	14~18	16.0	南	紀伊半島側で南下	下降
2001年4月26~27日	14~18	16.0	南	紀伊半島側で北上	下降
2001年5月10~11日	17~20	18.5	北	大きく北上	上昇
2001年12月27~28日	17~19	18.0	北	紀伊半島側で北上	上昇
2002年1月9~10日	15~16	15.5	南	紀伊半島側で南下	下降
2002年1月24~25日	14~16	15.0	南	東西にほぼ水平	下降
2002年1月28~29日	13~15	14.0	南	東西にほぼ水平	下降
2002年2月8~9日	12~16	14.0	南	東西にほぼ水平	上昇
2002年2月15~16日	13~16	14.5	北	紀伊半島側で北上	下降
2002年3月3~4日	13~16	14.5	北	紀伊半島側で北上	上昇
2002年3月4~5日	13~16	14.5	北	紀伊半島側で北上	上昇
2002年3月11~12日	13~16	14.5	北	紀伊半島側で北上	上昇
2002年3月20~21日	13~16	14.5	北	紀伊半島側で北上	上昇
2003年1月8~9日	14~18	16.0	北	紀伊半島側で北上	下降
2003年1月11~12日	13~17	15.0	北	紀伊半島側で北上	上昇
2003年1月16~17日	13~17	15.0	北	大きく北上	上昇
2003年2月6~7日	12~16	14.0	北	紀伊半島側で北上	下降
2003年2月12~13日	11~16	13.5	北	紀伊半島側で北上	上昇
2003年2月17~18日	10~16	13.0	北	紀伊半島側で北上	上昇
2003年3月2~3日	15~16	15.5	北	紀伊半島側で北上	上昇
2003年3月13~14日	14~16	15.0	北	東西にほぼ水平	下降
2003年3月20~21日	13~16	14.5	北	大きく北上	上昇
2003年3月27~28日	11~16	13.5	北	大きく北上	上昇

・塩分と水温

フロントが比井湾よりも北上すると水温が上昇し、南下すると下降するという推測は、フロント北上時には高温で高塩分の外海系水が、南下時には低温で低塩分の内海系水が、それぞれ比井湾を覆うであろうという考えに基づいている(諏訪, 2003)。この考察が妥当であれば、水温変動の高温時と低温時には塩分はそれぞれ上昇および低下すると推測される。そこで第6図に水温と塩分を一緒にグラフ表示し、両者の関係を検討した。

なお、塩分は降水によって低下すると考えられる。そこで、第6図で水温と塩分の関係を検討するのに先立って、第5図に降水量と塩分を一緒にグラフ表示し、両者の関係を検討した。

結 果

・フロントと比井湾の水温 (第3-1~3図, 第1表)

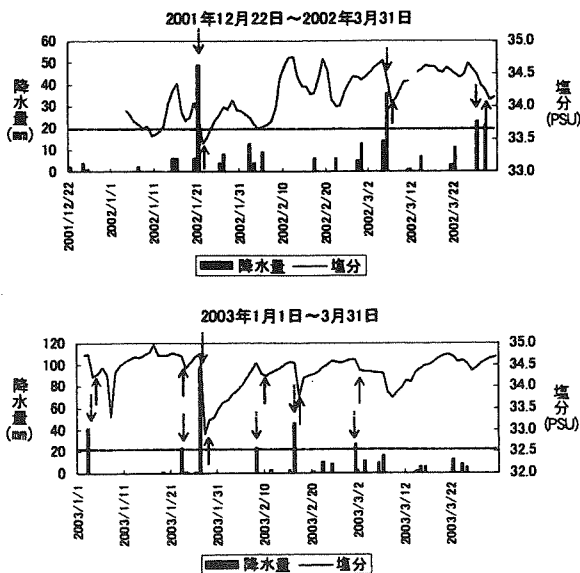
検討に供した人工衛星画像は2000年12月~2001年5月が14枚, 2001年12月~2002年3月と2003年1~3月が各10枚で、全部で34枚である。これら全ての衛星画像で、フロントであると判断できる比較的密に配列した等水温線の束は認められた。

フロントの中心がどこにあるかについては、比井湾よりも北に位置するケースが22件、南に位置するケースが12件であった。フロントの分布パターンについては、「大きく北上」が4件、「紀伊半島側で北上」が20件、「東西にほぼ水平」が7件、「紀伊半島側で南下」が3件であった。

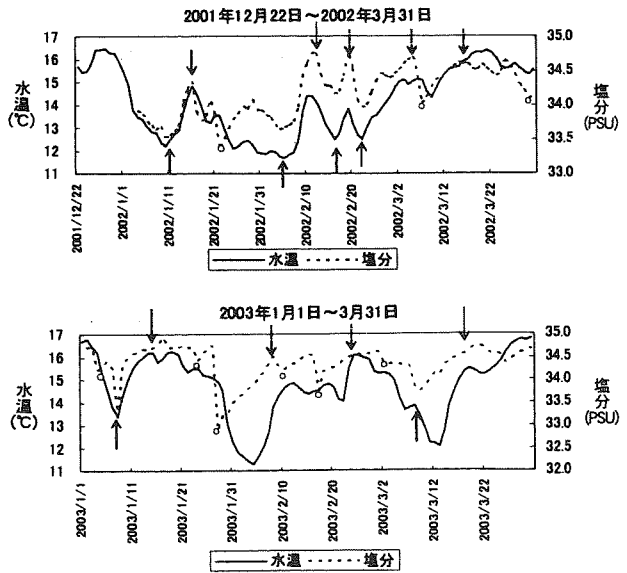
検討に供した34枚の衛星画像が、それぞれ撮影された日の比井湾の水温変動の状態は、上昇時と判断されたものが19件、下降時と判断されたものが15件であった。

・塩分と水温 (第5, 6図)

比較的まとまった降水量として20mmに目安を付けたところ、20mm以上の降水の直後にはいずれも塩分の低下が認められた。第5図には20mm以上の降水量に下向き破線矢印を、これらの降水によると推測される塩分低下には上向き実線矢印をそれぞれ付した。このような降水と塩分低下のペアは、2001年12月~2002年3月には3回、2003年1~3月には6回、それぞれ起きていると推測



第5図 川辺町の降水量と比井湾の塩分
破線による横線は20mmの降水量を示す。
20mm以上の降水量に下向き破線矢印を、この降水により影響を受けたと推測される塩分低下には上向き実線矢印をそれぞれ付した。



第6図 比井湾における水温と塩分
低温低塩分による下降ピークに上向き実線矢印を、高温高塩分による上昇ピークに下向き破線矢印をそれぞれ付した。
降雨に影響されたと考えられる塩分低下(第5図参照)には白丸を付した。

された。

第6図には水温と塩分が同調的に変動して、低温低塩分の下降ピークを示したところに上向きの実線矢印を、高温高塩分の上昇ピークを示したところに下向きの破線矢印を、それぞれ付した。2001年12月～2002年3月には低温低塩分のピークが4回、高温高塩分のピークが5回、2003年1～3月には低温低塩分のピークが2回、高温高塩分のピークが4回、それぞれ認められた。

なお第6図には、第5図により降水によると推測された塩分低下に白丸を付した。

考 察

・フロントの位置と比井湾の水温

フロントの中心が比井湾よりも北に位置した場合と南に位置した場合に、それぞれ比井湾の水温が上昇時にあった件数と下降時にあった件数を第2表の分割表にまとめた。この分割表から、フロントが比井湾よりも北の時には水温は上昇し、フロントが南の時は水温は下降する傾向がみてとれる。第2表から、フロントの中心位置と比井湾の水温は互いに独立かどうかを、独立性の χ^2 検定により検定したところ、有意水準5%でフロントと水温の独立性の仮説は棄却され、両者には関係があることが示された($\chi^2 = 11.568$, $\chi^2_{0.05}(1) = 3.841$)。したがって、フロントの中心が比井湾より北に位置する時には比井湾の水温は上昇し、フロントが南に位置する時は水温は下降する傾向は、統計学的に支持される。

・フロントの分布パターンとの関係

フロントの分布パターンと、フロントの位置および比井湾の水温との関係は、標本数が足りないために統計学的な検定ができない。そこで以下の方法により、これら3者間の関係を検討してみた。

まず、結果のところでも述べたように、全部で34枚の衛星画像に対して、フロントの分布パターンが「大きく北上」は4件、「紀伊半島側で北上」は20件、「東西にほぼ水平」は7件、「紀伊半島側で南下」は3件、それぞれ認められた。これを割合で示すと、「大きく北上」:「紀伊半島側で北上」:「東西にほぼ水平」:「紀伊半島側で南下」=4:20:7:3=0.118:0.588:0.206:0.088となる。

ところで、全ての衛星画像の中で、例えばフロントの位置が比井湾よりも北にある画像は22枚あった。ここで、フロントの位置と分布パターンの間には全く何の関係も無いと仮定すると、元の全ての衛星画像には「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」と「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」は0.118:0.588:0.206:0.088の比率で含まれているので、そこから取り出した22枚の画像にも「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」と「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」は0.118:0.588:0.206:0.088の比率で含まれていることが期待される。これを件数に換算すると、「大きく北上」が2.596件、「紀伊半島側で北上」が12.936件、「東西にほぼ水平」が4.532件、「紀伊半島側で南下」は1.936件となる。同様に、フロントが比井湾よりも南にある場合、比井湾の水温が上昇時の場合、下降時の場合について、いずれもフロントの分布パターンとは全く関係が無いと仮定したときに期待される「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」と「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」の各件数(以下、「期待度数」と呼ぶ)を計算した。そして、第3表において、実際に認められた各件数(以下、「観測度数」と呼ぶ)と比較した。

第3表より、フロントの位置が比井湾よりも北のときには「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」で観測度数>期待度数となっており(「大きく北上」:4>2.596, 「紀伊半島側で北上」:17>12.936), 「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」で観測度数<期待度数となっている(「東西にほぼ水平」:1<4.532, 「紀伊半島側で南下」

第2表 フロントの中心位置と比井湾の水温

フロントの中心が比井湾に対して北に位置する場合と南に位置する場合のそれぞれにおいて、比井湾の水温が上昇時であるか下降時であるかを分割表で示した。

		比井湾の水温		計
		上昇	下降	
フロントの 中心位置	北	17	5	22
	南	2	10	12
計		19	15	34

: 0 < 1.936). フロントの位置が比井湾よりも南のときには「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」で観測度数 < 期待度数となっており(「全体的に北上」: 0 < 1.416, 「紀伊半島側で北上」: 3 < 7.056), 「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」で観測度数 > 期待度数となっている(「東西にほぼ水平」: 6 > 2.472, 「紀伊半島側で南下」: 3 > 1.056). また, 比井湾の水温が上昇時には「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」で観測度数 > 期待度数となっており(「大きく北上」: 4 > 2.242, 「紀伊半島側で北上」: 13 > 11.172), 「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」で観測度数 < 期待度数となっている(「東西にほぼ水平」: 1 < 3.914, 「紀伊半島側で南下」: 1 < 1.672). 比井湾の水温が下降時には「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」で観測度数 < 期待度数となっており(「大きく北上」: 0 < 1.770, 「紀伊半島側で北上」: 7 < 8.820), 「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」で観測度数 > 期待度数となっている(「東西にほぼ水平」: 6 > 3.090, 「紀伊半島側で南下」: 2 > 1.320).

ここで, 期待度はフロントの分布パターンがフロントの位置および比井湾の水温と全く関係がない場合の度数である. したがって, 例えばフロントが北に位置した場合に「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」で観測度数 > 期待度数であり, 「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」で観測度数 < 期待度数であることは, 実はフロントの分布パターンとフロントの位置には関係があり, フロント位置が北のときには「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」の分布パターンが多く, 「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」のパターンが少ない可能性を示唆する. 同様に考えると, 第3表からは第4表にまとめられたような内容の可能性が示唆される.

・塩分と水温

第6図より, 水温の上昇と低下には塩分の上昇と低下が伴う傾向が示唆された. 特に, 2002年2月~3月上旬にかけては, 水温と塩分の変動がきれいに一致している. ただし, 塩分の観測場所である比井湾漁協の活魚水槽では, わずか20mmの降水量で塩分低下が起きる模様で, このような降水による

第3表 フロント分布パターンの観測度数と期待度数

フロント位置: 比井湾よりも北			フロント位置: 比井湾よりも南		
分布パターン	観測度数	期待度数	分布パターン	観測度数	期待度数
大きく北上	4	2.596	大きく北上	0	1.416
紀伊半島側で北上	17	12.936	紀伊半島側で北上	3	7.056
東西にほぼ水平	1	4.532	東西にほぼ水平	6	2.472
紀伊半島側で南下	0	1.936	紀伊半島側で南下	3	1.056
計	22	22.000	計	12	12.000

比井湾の水温: 上昇時			比井湾の水温: 下降時		
分布パターン	観測度数	期待度数	分布パターン	観測度数	期待度数
大きく北上	4	2.242	大きく北上	0	1.770
紀伊半島側で北上	13	11.172	紀伊半島側で北上	7	8.820
東西にほぼ水平	1	3.914	東西にほぼ水平	6	3.090
紀伊半島側で南下	1	1.672	紀伊半島側で南下	2	1.320
計	19	19.000	計	15	15.000

第4表 フロント分布パターンとフロント位置および比井湾水温との関係
「○」は, その分布パターンであることが多い可能性が示唆されたことを示す(本文参照).

フロントの 分布パターン	フロントの中心位置		比井湾の水温	
	北	南	上昇時	下降時
大きく北上	○		○	
紀伊半島側で北上	○		○	
東西にほぼ水平		○		○
紀伊半島側で南下		○		○

と推測される塩分変動が、水温変動との関係をやや判り難くしている。

以上より、冬季から早春季に比井湾で観測される顕著な水温変動は、紀伊水道入口付近で冬季を中心に発達するフロントの変動が関与しているという諏訪(2003)による考察が強く支持される。すなわち、フロントが紀伊水道内部へ大きく北上したり、あるいは紀伊半島側でのみ北上したりしたときには、フロントが比井湾よりも北に上がって、フロントの南側に分布する高温で高塩分の外海系水が比井湾に入り込み、比井湾の水温は上昇する。また、フロントが東西にほぼ一直線になったり紀伊水道側で南下したりしたときには、フロントが比井湾よりも南に下がって、フロントの北側に分布する低温で低塩分の内海系水が比井湾に入り込み、比井湾の水温は下降すると考えられる。

比井湾の水温とフロントの中心位置、およびフロントの分布パターンの3者間には上述のような傾向があると考えられる。しかし、検討したデータの中にはこのような傾向から外れる例外的なケースも幾つかみられた。例えば、フロントの中心が比井湾よりも北上していても比井湾の水温はまだ上昇していなかったり(2000年12月15～16日、2002年2月15～16日、2003年1月8～9日、2003年2月6～7日、2003年3月13～14日)、あるいはフロントの分布パターンが「紀伊半島側で北上」であってもフロントは比井湾の南側に位置していたり(2001年1月10～11日、2001年4月5～6日、2001年4月26～27日)といったケースである。前者のような例外は、フロントの情報が表面水温に基づくものであるのに対して比井湾の水温とした情報が水深3～4 mのものであることにより生じると考えられる。すなわち、研究対象として取り上げた期間は冬季が中心であり、この季節は鉛直混合が起きるために表層と水深3～4 mの水温はほぼ同一と考えられるけれども、それでもなお、比井湾の水が急激に入れ替わった時には、両者の水温には若干の差が生じる場合があると考えられる。

一方、後者のような例外は、フロントの分布パターンがどうであるかと、フロントの中心がどこに位置するかとは、完全には対応しないことにより生じる。つまり、フロントの分布パターンと中心位置の間には一つの傾向が示唆されるものの、それは飽くまで傾向であり、例外の生じるのは当然である。しかし、フロントの分布パターンが「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」のときはフロントの中心は比井湾よりも北に位置し、「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」のときはフロント中心が比井湾よりも南に位置するという傾向は、フロントが基本的に紀伊水道の入口付近に形成されることと、比井湾が紀伊水道の入口から少し北上した所に位置することにおける、両者の地形的な位置関係から考えても十分に頷くことができる。ちなみに、フロント分布パターンが「紀伊半島側で北上」であってもフロントは比井湾よりも南側に位置していた2001年1月10～11日、2001年4月5～6日、2001年4月26～27日の例外的なケースは、いずれもフロントは北上していたものの、その度合いが弱くて、フロント中心が比井湾にまで達しなかったものである。

摘 要

比井湾で冬季から早春季を中心に観察される顕著な水温変動の変動機構を検討するために、比井湾の水温と、フロントの中心の比井湾に対する位置、および紀伊水道入口周辺におけるフロントの分布パターンを比較した。また、比井湾の水温と塩分の変動も比較した。その結果は次のとおりである。

- 1) 比井湾の水温が上昇する時にはフロントの中心は比井湾よりも北に位置し、比井湾の水温が下降する時にはフロントの中心は比井湾よりも南に位置する傾向が統計学的に支持された。
- 2) フロントの分布パターンが「大きく北上」と「紀伊半島側で北上」の時はフロントの中心は比井湾よりも北に位置して比井湾の水温は上昇し、フロントの分布パターンが「東西にほぼ水平」と「紀伊半島側で南下」の時はフロントの中心は比井湾よりも南に位置して比井湾の水温は下降する傾向が示唆された。
- 3) 比井湾では水温が上がれば塩分も上がり、水温が下がれば塩分も下がる現象が観察された。

以上の結果は、フロントが比井湾よりも北上した時は比井湾に高温で高塩分の外海系水が侵入し、フロントが比井湾よりも南下した時は比井湾に低温で低塩分の内海系水が侵入し、これによって比井湾での顕著な水温変動が起きるといふ考の妥当性を強く支持する。

謝 辞

比井崎漁業協同組合の職員の方々には比井湾の定地観測に関して御協力を頂いている。本研究で用いた人工衛星画像は和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場の竹内淳一副場長が整理保管されているものを使用させて頂いた。また、考察にあたっては和歌山県農林水産総合技術センター沿岸沖合資源部の安江尚孝研究員に有益な示唆を頂いた。ここに御礼申し上げます。

引用文献

- 諏訪 剛. 2003. 和歌山県の沿岸水温. 平成 13 年度和歌山水試漁海況予報事業結果報告書. 161 - 167.
吉岡 洋. 1971. 冬期紀伊水道に発生する Oceanic front について (1). 海と空. 46(2) : 31 - 44.

Summary

At the Hii Bay, from winter to early spring, the remarkable fluctuation of the water temperature were frequently observed. Accounting for that fluctuation, the relationship among the following three items: water temperature of the Hii Bay, the relative position of the centre of the costal front to the Hii Bay, and the distributional pattern of the costal front around the entrance of the Kii Channel, were examined. In addition, the relation between water temperature and salinity of the Hii Bay was made enquiries into too. The outcomes of working are as follows.

- 1) It is statistically demonstrated that the fluctuation of the water temperature of the Hii Bay is tied to the relative site of the centre of the costal front to the Hii Bay: increasing of the water temperature is related to northern siting of the front, and decreasing of the water temperature is related to southern siting of the front.
- 2) The relationships among water temperature, frontal siting, and frontal distributional pattern suggested the following: "deeply north deviating" and "north deviating of western part of the front" of the frontal distributional patterns were related to the northern siting of front and the increasing of the water temperature, and "nearly lateral" and "south deviating of western part of the front" of the frontal distributional patterns were related to the southern siting of front and the decreasing of the water temperature.
- 3) The cases that water temperature and salinity of the Hii Bay increased or decreased at the same time were observed.

From the foregoing results, the mechanism by which the remarkable fluctuation of water temperature was caused at the Hii Bay is surely thought as follows: the north deviating of the front resulting the intrusion of the off-shore water which is warm and of high salinity into the Hii Bay causes increasing of water temperature, and the south deviating of the front resulting the intrusion of the coastal water which is cold and of low salinity into the Hii Bay causes decreasing of water temperature.