

十勝沿岸の赤潮発生期の 気象・海況と水質

資源増殖部 角田富男

はじめに

十勝沿岸海域ではかつて十勝川河口に位置する豊頃町・津の沖合を中心に初秋季に赤潮が発生し、サケ定置網への入網にしばしば影響が及んだ。このため釧路水試資源増殖部では十勝地区水産技術普及指導所、十勝支庁水産課と共同で、沿岸の三漁協(大津、大樹、広尾)、四町(浦幌、豊頃、大樹、広尾)の協力を得て一九八五年から当海域の調査を行った。幸い調査開始後一九八七年以降は大規模な赤潮の発生はなく(港内等での小規模、極短期間を除く)一九九八年で調査は終了した。調査期間における赤潮プランクトンの状況については当該の八十一号(平成十二年三月刊)丸邦義、角田富男)にて報告済みで、今回はプランクトンの関係は省き、赤潮発生時前後の気象・海況と発生時の水質について報告する。また当沿岸海域での赤潮は大雨が降って河川が増水した後に河口付近を中心に発生することが知られてきた。しかし大雨後に河川が増水しても赤潮が発生しなかったことも多

く、その時の状況についても合わせて検討した。ただし赤潮発生の誘発要因には海況や栄養塩類の他に鉄イオンをはじめとして海水に溶存した微量金属等が知られているが、当調査ではそれらは把握しておらず考察はしない。

なお発生時の気象については広尾及び帯広測候所の観測資料、波高については帯広開発建設部十勝港湾建設事業所が大津沖の水深二十m地点にて観測しているデータを使用した。

一、赤潮発生状況

十勝沿岸で赤潮の大規模な発生が初めて確認されるのは、表1に示すように一九七二年九月末に十勝川河口沖であった。ただしこの時は二日後にはほぼ消滅した。その後しばらく赤潮発生の確認や報告はなかったが、一九八三年九月半ばに大津沖で発生し、月末まで消滅、再発生を断続的に繰り返しながら浦幌町厚内沖からえりも町庶野沖にかけて順次伝搬して帯状に広範囲(沖合最大5km)に広がった。一九八五年九月初旬には十勝川河口沖で

発生し、大樹港沖にかけて沖合十・5kmまで広がった。一九八六年には九月中旬に歷舟川河口沖から南隣の豊似川の沖合にかけて比較的小規模ながらパツチ状に発生した。一九八七年以降は一九九〇年代に入っても、広尾の十勝港内や大津沖の狭い範囲で一・二日間程度の小規模な発生は認められたが、大規模な発生や拡散には到らなかった。

二、発生時の気象・海況と水質

表1に示すとおり、大規模に発生した四回の発生前後の気象・海況と発生期の水質状況(表3)について検討する。九月期は台風の影響や秋雨前線等により、十勝管内全域にまた時には山間部を中心に局地的に大雨が降ることが少なくない。河川の流量は流域の局地的な降水でもその影響を受けやすいため、表1の降水量には十勝管内の二十八観測地点の平均値ではなく、一日の最も雨の多かった地点の降水量(便宜的に『日最多降水量』とした)を記した。

(一)、一九七二年

赤潮の発生は九月二十八日であったが、二十三日二十四日に十勝管内北部の山間を中心大雨が降った(管内での最多降水量は二十三日五十八mm、二十四日三十一mm)。ただし二十五、二十六日は気温は高かったものの日照時間は四丁五時間(日照率四十%前後)で多

釧路水試だより 第83号 (2001. 3)

表1 赤潮発生時の気象・海況

赤潮発生日 (発生水域と赤潮の種類)	発生前後の期日	日最多降水量 (十勝管内)、mm	日最高気温 (大津)、	日照時間 (大津)、hr	日照率 (大津)、%	最多風向 (大津)	平均風速 (大津)、m/s	日最大波高 (大津沖)、m
1972年9月28～29日								
(十勝川河口沖)	9月21日	0	23.1	10.2	83.5	N	3	
(渦鞭毛藻ギムノディニウム)	22	4	19.2	3.4	27.9	N	2	
	23	58	20.0	5.8	47.8	S	5	
	24	31	19.4	0.0	0.0	SE	9	
	25	1	21.9	5.0	41.6	N	3	
	26	7	18.9	4.6	38.4	N	2	
	27	9	20.4	6.9	57.7	N	2	
	28	1	20.2	10.6	89.1	SW	3	
	29	48	19.8	7.2	60.8	N	6	
	30	3	20.5	7.8	66.1	N	4	
	10月1	13	19.4	7.5	63.6	NW	1	
'83年9月14～30日								
(浦幌町厚内～えりも町庶野)	9月11日	1	21.3	8.2	70.0	SSW	2.3	1.8
(断続的に長期間続いた)	12	60	15.8	0.0	0.0	NE	3.5	3.4
(渦鞭毛藻ギムノディニウム)	13	27	17.6	3.5	27.8	NNW	2.9	3.2
	14	3	20.9	9.9	78.8	NNW	2.5	1.0
	15	1	17.6	10.4	83.1	SE	2.8	1.6
	16	9	14.8	2.0	16.0	ESE	2.6	1.8
	17	3	15.5	0.1	0.8	ENE	2.1	2.9
	18	1	-	10.5	84.9	ESE	1.8	5.2
	19	0	17.2	7.5	60.9	NW	1.5	4.2
	20	0	14.6	0.1	0.8	ESE	1.2	2.3
	21	7	16.4	1.7	13.9	NNW	1.5	1.6
	22	10	15.2	0.0	0.0	NE	2.1	2.3
	23	0	19.3	10.0	82.4	NNW	2.1	3.2
	24	24	15.1	1.9	15.7	ESE	2.4	2.9
	25	64	-	0.1	0.8	ESE	3.5	4.3
	26	3	18.8	10.9	91.0	NNW	2.2	3.1
	27	4	17.3	10.2	85.4	NNW	2.3	1.6
	28	3	16.7	10.9	91.6	NNW	2.0	1.4
	29	0	16.6	10.7	90.3	NNW	2.3	1.0
	30	1	16.0	10.6	89.8	NNW	2.8	2.0
	10月1	8	18.5	9.7	82.4	NW	3.5	2.4
'85年9月3～4日								
(十勝川河口沖～大樹港沖)	8月25日	1	21.0	8.5	63.1	ENE	1.4	1.2
(渦鞭毛藻ギムノディニウム)	26	56	18.4	0.0	0.0	ENE	1.8	1.6
(渦鞭毛藻プロロケントルム)	27	35	16.9	0.0	0.0	ENE	2.1	1.8
	28	11	16.6	0.8	5.9	ENE	2.1	2.1
	29	10	16.5	0.5	3.8	NE	2.2	1.8
	30	9	16.0	0.0	0.0	NE	2.0	2.4
	31	1	18.6	1.6	12.1	ENE	0.9	1.8
	9月1	91	19.2	0.2	1.5	NNW	2.7	4.1
	2	3	19.4	10.9	83.2	NNW	2.4	2.1
	3	0	18.1	8.8	67.3	NNW	1.8	1.4
	4	4	17.7	0.5	3.8	NNW	1.2	0.9
	5	1	21.1	7.9	60.9	NW	2.4	1.4
	6	11	16.1	0.0	0.0	ENE	2.5	2.2
'86年9月11～14日								
(歴舟川河口沖～豊似川河口沖)	9月3日	99	19.6	0.0	0.0	NE	2.1	4.7
(ラフィド藻ヘテロシグマ)	4	139	17.2	0.4	3.1	NNW	2.9	4.4
	5	57	16.0	0.0	0.0	ESE	2.5	4.0
	6	16	17.3	1.0	7.7	NNW	1.2	3.1
	7	0	19.8	9.1	70.7	SSW	1.7	2.4
	8	20	17.4	7.3	56.9	S	1.6	1.4
	9	1	21.0	9.7	75.9	NNW	2.2	1.3
	10	30	18.7	4.7	36.8	E	2.0	1.3
	11	28	19.1	7.3	57.4	ESE	1.4	1.5
	12	0	18.7	9.8	77.5	NNW	1.5	1.7
	13	0	21.2	10.3	81.7	NNW	1.7	1.1
	14	0	17.4	8.1	64.4	NNW	1.5	1.6
	15	14	21.4	10.1	80.7	NNW	1.9	1.7
	16	0	18.7	11.4	91.4	NNW	1.8	1.1

くはなかった。翌二十七日には七時間弱の日照となり、赤潮の発生した二十八日は快晴で日照時間も十時間を超えた。この時期の波高の観測データがないので海上の波浪状況は把握出来ないが、風の状況からみて二十五日まではシケが残ったが二十六、二十七日は比較的静穏だったものと推察される。赤潮発生時の大津沖の表層水温は十六・七度、当海域の九月下旬の通常の十五台に比較してやや高かった。塩分は二十六・三%で、通常の三十～三十二%に比較して八十%程度の濃度に低下していた。栄養塩類はいずれも通常より高く、ケイ酸は三倍、リン酸は二倍、無機窒素は十倍程度の高溶存であった。発生翌日の二十九日は山間部で最大四十八mmの降水量が観測されたが、大津では晴天で日照時間も七時間を超えた。しかし風が強くなって海上はシケたものとみられ、赤潮が消滅して翌日以降も再発生はなかった。

(二)、一九八三年

発生は九月十四日に大津沖で始まったが、十二、十三日に管内全域に三十mm以上の大雨が降り、一日の最多降水量は十二日六十mm、十三日二十七mmであった。十四日には気温が高くなって日照時間も十時間ほどあり、海上も最大波高が一mと極めて静穏だった。この日に赤潮が発生し、翌十五日も晴天、海上静穏で赤潮域は厚内沖から大樹沖まで拡散した。

その後は曇天や海上荒天日には一時的に消滅したが、晴天、静穏日には再発生を断続的に繰り返しながら徐々に拡大し、大樹沖から広尾沖さらには庶野沖まで発生が認められた。二十三日の大津沖における水質状況は高温、低塩分、高栄養塩(ただし無機窒素は微増)であった。また二十四～二十五日にも北部の山間を中心に五十mm前後の多量の雨が降った。翌二十六日以降晴天が続き、海上も二十七日から静穏となった。二十八日には大津沖では既に赤潮は終息していたが、水温が十四台に低下し、塩分は二十三日よりさらに低下して二十四%を示した。また栄養塩類ではケイ酸及び無機窒素は二十三日とほぼ同様であったが、リン酸は三分の一程度に低下してほぼ通常の濃度になった。晴天は十月一日まで続いたが、一日にはやや波が高くなり赤潮も消えた。

(三)、一九八五年

八月下旬の二十六～二十七日に北部の山間や南端の広尾では五十mm以上の大雨が降ったが、その後も三十日まで降雨や曇天のくずついていた日が続いた。その間は日照がほとんどなく、また海上も最大波高が二m前後のやや波のある状況が続いた。九月一日には台風十三号の接近で管内は全域的に再び五十mm以上の雨が降ったが、翌二日は快晴となり日照時間も十時間を超えた。ただし海上はまだ前日の

大シケが残った。晴天、海上静穏となった三日に赤潮が発生したが、その時の水質は水温が二十、近くに上昇し、塩分は二十六%台に低下、栄養塩類も高かった。特にリン酸は通常の十倍近い著しい高溶存を示した。しかし四日にはほぼ一日中曇天が続き、広範囲に発生した赤潮も終息に向かった。翌五日は晴天で高気温、海上も静穏であったが、六日には再び降雨や曇天、海上もやや波が高くなり赤潮の再発生は認められなかった。

(四)、一九八六年

九月三、四、五日に台風十五号の影響で管内は全域的に八十mm以上の豪雨があり、特に南部の大樹で一五〇mm、広尾で一八〇mmを超える降水量を記録した。七日以降は晴天となり、日照時間も七日と九日には九時間を超え(八日は七時間余)、海上も八日には静穏となった。最高気温も七日には二十弱、九日には二十一に達した(八日は十七・四)。このように九日は赤潮の発生条件は揃っていたと推察されたが発生には到らなかった。これは大雨や河川の増水から既に三、四日ほど経過したことに因るものと考えられる。十、十一日にも南部の歴舟川流域で五十mm前後の降雨があり、十一日に歴舟川沖で赤潮が発生して十四日まで続いた。その間は晴天で日照時間も長く、海上も静穏だった。十三日の水質は水温が十八台で高く、塩分は二十七%弱に

表2 大雨後の気象・海況

大雨前後の期日	日最多降水量、 (十勝管内)、mm	日最高気温、 (大津)、	日照時間、 (大津)、hr	日照率、 (大津)、%	最多風向、 (大津)	平均風速、 (大津)、m/s	日最大波高、 (大津沖)、m
1992年9月9日	22	16.6	0.0	0.0	SE	1.0	3.9
10	60	16.1	0.0	0.0	NE	1.0	5.5
11	112	14.1	0.0	0.0	NW	5.6	4.9
12	12	20.2	6.9	54.5	NW	3.0	4.9
13	2	16.7	9.0	71.4	NNW	1.2	3.4
14	0	16.7	5.0	39.8	ESE	0.8	4.1
15	0	16.6	9.4	75.1	ESE	2.0	3.7
16	4	15.8	0.0	0.0	SE	2.6	3.4
'93年9月24日	22	15.2	0.0	0.0	SW	2.3	3.4
25	84	15.1	0.0	0.0	SW	2.2	3.1
26	28	17.7	7.7	64.3	NW	1.8	3.0
27	9	18.0	6.0	50.2	NW	2.3	1.6
28	2	18.9	10.0	84.0	NW	2.0	2.0
29	2	15.1	4.1	34.6	SSW	2.0	1.2
'94年9月19日	54	17.3	0.0	0.0	NNW	5.7	8.3
20	80	12.0	0.0	0.0	NNW	3.9	5.0
21	7	19.2	7.6	62.2	NW	2.5	2.1
22	15	13.5	0.0	0.0	ESE	2.7	2.7
23	100	14.9	0.0	0.0	E	2.5	4.0
24	39	19.2	1.8	14.9	NE	1.9	4.1
25	36	17.1	0.0	0.0	NNW	1.4	3.0
26	2	22.5	11.1	92.7	NW	3.1	2.5
27	1	17.0	1.0	8.4	E	1.3	3.4
'95年9月23日	0	19.9	10.8	89.0	NNW	1.9	2.0
24	83	15.7	0.0	0.0	NNW	2.0	2.7
25	9	20.3	1.7	14.1	NW	2.0	2.7
26	2	17.8	3.2	26.7	SE	1.5	1.9
27	66	15.9	0.0	0.0	ESE	2.1	2.8
28	21	20.8	7.3	61.3	WNW	4.2	3.2
29	3	17.9	7.9	66.7	NW	2.3	1.6
30	8	22.6	7.7	65.3	NW	1.6	1.9
'96年8月28日	1	19.8	7.7	57.7	NNW	1.5	2.3
29	49	16.1	0.0	0.0	NNW	1.7	3.9
30	3	18.9	2.1	15.9	NNW	1.3	3.9
31	1	16.7	0.0	0.0	SE	1.0	2.9
9月1	86	15.0	0.0	0.0	NNE	1.3	3.6
2	9	17.5	0.0	0.0	NNW	1.5	3.6
3	1	18.6	3.4	26.1	S	1.7	3.7
4	8	17.4	0.0	0.0	SE	1.4	1.8
5	46	14.6	0.0	0.0	ENE	1.1	1.5
6	1	21.4	8.8	68.1	N	1.6	1.8
7	4	17.5	8.2	63.7	SE	1.8	0.9
'97年9月16日	1	15.5	4.7	37.7	SE	1.5	1.5
17	138	14.8	0.0	0.0	ESE	3.5	4.5
18	2	21.8	10.4	84.1	NNW	1.4	4.9
19	55	15.4	0.0	0.0	NNW	2.2	4.5
20	1	21.7	8.5	69.3	NW	2.8	3.6
21	4	16.7	0.0	0.0	S	3.5	2.3
22	3	18.0	1.2	9.9	E	1.5	2.3
23	22	16.5	0.4	3.3	S	1.2	2.3
24	1	15.1	2.7	22.4	NNW	1.4	1.9
'98年9月15日	7	23.4	4.9	39.1	SSW	2.1	3.1
16	346	19.0	0.0	0.0	NE	3.5	7.9
17	4	18.3	7.8	62.8	NNE	3.4	5.7
18	4	16.5	0.0	0.0	NNW	1.1	3.3
19	1	23.6	8.6	69.8	NNW	1.4	2.7
20	1	21.0	7.9	64.4	SE	0.9	1.6
21	2	20.2	1.4	15.5	SSW	2.1	1.9

低下し、栄養塩類もいずれも高かった。

三、大雨後(赤潮未発生)の気象・海況と水質

(一)、一九九二年

九月十一日に台風十七号の通過に伴い全域的に九〇～一五〇mmもの豪雨が降り、その間は日照がなく気温も下がり、海上も大シケが続いた。十二日には晴天になり高気温、高日照が十五日まで続いたものの、海上はその間もシケ状態で静穏になることはなかった。十六日の水質は水温が十五 台のほぼ平常に戻っていたが、塩分は十七%台で依然として通常の半減状況に近く、栄養塩も高溶存であった。

(二)、一九九三年

九月二十四～二十六日に全域的に五十mm前後の降雨があり、北部の山間では特に多かった。二十六日以降は晴天となったが、海上は二十八日までやや波が高かった。二十七日の水質は水温が十五 を下回り、また塩分は三十%で沿岸の通常の塩分に近い高濃度に回復していた。栄養塩類も表層水としてはケイ酸をはじめいずれも極低く、底層水の水質とほぼ同様であった。シケの間に擾乱作用で表層底層間の水の混合が強くなされたものと推察される。

(三)、一九九四年

九月十九～二十日に大雨が降り、翌二十一

日には晴天になったが二十三日には台風の影響で南部を中心に再び豪雨となり二十五日まで続いた。その間は日照もほとんどなく、また海上も十九日以降一日も風ざることなくシケ続きだった。幾分静穏となった二十六日の水質では水温は若干高く、塩分は二十五%台に低下し、栄養塩類はリン酸はほぼ通常であったがケイ酸は高く、特に無機窒素は通常の十倍を超えていた。十勝川では二十日以降に通常の十倍前後の一六〇〇～一九〇〇(m³/s)の流量(下流の茂岩橋にて帯広開発建設部観測)が二十六日まで断続的に観測された。増水時に十勝川の無機窒素の急増することが当調査の河川調査にて把握されており、海域の無機窒素の高溶存もこの影響が大きかったものと推察される。

(四)、一九九五年

九月下旬の二十四日に南部で大雨があり、二十七～二十八日には北部の山間を中心に五十mm前後の雨が降った。二十五日には高気温となったが日照は少なく、海上もシケが続いた。二十六日にはシケは収まったが気温は通常まで下がり、また日照も三時間程度と短かった。水温は若干高かったが、塩分濃度は三十一%台と沿岸としては極めて高かった。栄養塩類もほぼ通常で高くはなかった。シケの間に表層底層間の強い混合があったものと推察される。二十八日以降は晴天が続き、海

上も二十九日からほぼ静穏となったが、赤潮は発生しなかった。この時の水質は把握しておらず明確ではないが、三十日の気温は高かったものの九月も末となり水温は十六前後かそれ以下に低下していたものと考えられる。

(五)、一九九六年

八月二十九日、九月一日及び五日と断続的にまとまった雨が降った。しかしその間五日までは連日ぐずついた天気日照が極少なく、また海上も三日までは大シケが続いて四日以降静穏に向かった。六日には高気温、高日照となり海上もほぼ静穏であった。ただし水温は通常で、塩分も三十%で降雨後としては高く、また栄養塩類も通常であった。

(六)、一九九七年

九月十七日に十勝川流域に当たる管内の中北部で三十～八十mm、南部で一〇〇mm前後の豪雨が降り、十九日、二十二日にもややまとまった雨が降った。その間十八日や二十日のように降雨翌日には晴天となつて高気温、高日照の日もあったが二日と続かず、また海上は連日大シケであった。豪雨前日の十六日の水質は水温が十五 を下回り、塩分濃度は三一・七%と沿岸水の表層としては極めて高かった。降雨後はシケ続きであったため水質は把握していないが、海上が静穏となった二十四日以降は気温の低下からみて水温も十六

日よりさらに低下していたものと推察される。
(七)、一九九八年

九月十六日に台風五号の通過で管内全域的に一〇〇mm以上の豪雨があり、特に南部の大樹、広尾では三〇〇mmを超える記録的な降水量となった。翌日は晴れたが十八日は終日曇天となり、十九～二十日は再び晴天となった。十八日の水温は十五 台とほぼ通常で高くなかった。塩分は依然として十五‰弱と通常の半減で、ケイ酸及び窒素も高溶存であった。十九日まで海上荒天で二十日以降に比較的静穏となった。また十九～二十日は高気温で二十 を超えた。海上静穏だった二十日以降には赤潮発生の可能性も推察されたが、水温の上昇が小さかったことや、二十一日には再び曇天が多かった等に因り発生には到らなかったものと考えられる。

三、要約

これまで述べてきたように、十勝沿岸の赤潮は大雨が降って十勝川や摩舟川などが増水した後に発生しているが、その時の要因としては次のように考察される。ただし増水した河川水の沿岸への拡散直後は海上も荒天のことが多く、河川水によって搬出された「富栄養化」状況の水質は調査できなく、海上における赤潮発生までの水質状況の推移については明確ではない。

表3 赤潮発生時及び大雨後の水質

調査時期	水質調査地点、 (表層)	水温、	塩分、 %	ケイ酸 - Si、 µg-at/l	リン酸 - P、 µg-at/l	無機窒素 - N µg-at/l
赤潮発生時						
1972年9月28日	大津港沖 2000m	16.7	26.3	60.3	1.29	113.7
'83年9月23日	大津港沖 2000m	16.8	26.2	68.9	1.67	13.1
	大津港沖 2000m	14.6	24.6	57.8	0.52	13.7
'85年9月 3日	大津港沖 1500m	19.7	26.4	67.2	4.04	18.5
'86年9月13日	大樹港南 500m	18.2	26.9	46.5	1.16	20.5
大雨後						
1992年9月16日	大津港沖 500m	15.6	17.8	68.4	1.13	13.3
'93年9月27日	大津港沖 500m	14.9	30.1	9.2	0.13	2.5
'94年9月26日	大津港沖 500m	17.4	25.5	70.0	0.36	162.2
'95年9月26日	大津港沖 500m	16.5	31.5	29.1	0.53	11.9
'96年9月 6日	大津港沖 500m	15.7	30.2	24.6	0.37	8.5
'97年9月16日	大津港沖 500m	14.9	31.7	16.1	0.15	5.4
'98年9月18日	大津港沖 500m	15.5	14.9	113.4	0.77	63.5

- 一、降雨後に晴天となり日照時間が十時間前後かそれ以上に長くなる。
- 二、気温が通常よりやや高くなり、その影響で表層水温も通常より高く十七 前後かそれ以上に上昇する。
- 三、表層と底層間の海水の混合がさほど起こらず、表層の塩分濃度が通常よりは二十%ほど低下して二十六%台になる。
- 四、栄養塩類は通常の数倍程度まで高まる。
- 五、海上が静穏で、日最大波高が二m未満になる。

大雨後に以上のような条件が満たされると一〜二日後あたりから赤潮の発生する可能性が高くなる。これとは逆に、大雨が降って河川が増水しても日照不足や海上が荒天続きであつたりすると低塩分、高栄養塩の水質状況でも赤潮の発生には到らない。寒流の影響を受けている十勝沿岸海域の水温は最高温期でも十六 台が多く、二十 を超えることは極めて少ない。しかし比較的冷温な海域であっても通常の水温より一〜二 上昇すると他の要因が加味されれば赤潮プランクトンの増殖が誘発されやすいものと推察される。

おわりに

幸いにも当海域では一九八七年以降は大規模な赤潮が発生していない。ただし海上静穏な港内などではその後もしばしば発生してき

た。今回は一九八五年から一九八八年まで実施した当海域の八月下旬〜十月上旬における水質の定期観測・調査の結果については言及しなかった(別の機会に報告の予定)が、水質的には一九八七年以降も良好に向かっている状況ではない。なお十勝沿岸には湧洞湖をはじめ生花湖、長節湖、ホロカヤン沼の四つの海跡湖沼群があり、流入河川が増水時にはそれら湖沼に富栄養の水が滞留し、水位が高まって湖口が決壊するとその大量の滞留水が一時に沿岸に流出するので、沿岸の富栄養化がさらに高まる状況にある。そのため上述のような諸条件が満たされれば当沿岸海域には容易に赤潮の発生が懸念され、今後とも注視していく必要がある。

(かくたとみお・資源増殖部)