

# 福島県いわき市沿岸におけるツノナシオキアミ分布の計量魚探による定量化

水野拓治

Investigation of the fishing ground formation of the krill *Euphausia pacifica* HANSEN using a quantitative echo sounder off Iwaki, Fukushima

Takuji MIZUNO

## まえがき

福島県ではツノナシオキアミは春季に船曳網により漁獲され、福島県いわき市沿岸の小型船にとって重要な資源である。

しかし、ツノナシオキアミと同時期に漁場形成されるコウナゴ漁況との兼ね合いにより、来遊があっても漁獲の対象とならないことがあるため、漁獲量はツノナシオキアミの来遊量を反映していない。そのため、ツノナシオキアミの漁場形成に必要な環境条件を検討するためには、漁業からの情報以外の手段により、ツノナシオキアミの分布量を定量的に把握する必要がある。

ここでは、調査船により行っている月に数回の計量魚探モニタリング調査で得られたエコーデータから、ツノナシオキアミの分布量を数値化し、福島県いわき市沿岸におけるツノナシオキアミの来遊と水温等の環境要因との関係を検討する資料とすることを目的とした。

## 材料及び方法

図1に示す福島県いわき市小名浜沖に設定した長さ22海里の調査測線において、2003年から2005年の3漁期について計量魚探（シムラッド社製EK500）航走を「いわき丸」（159トン）により行った。周波数は38kHzと120kHzの2周波を使用した。2003年は7回、2004年は20回、2005年は27回の調査を行った。水深方向50m間隔及び海底上10m幅、水平方向1海里間隔の区画毎に魚探反応量（SA： $\text{m}^2/\text{nm}^2$ ）を得て、区画毎の2周波間の魚探反応量で120kHzが5倍以上大きいものについて、120kHzで得られた魚探反応量をツノナシオキアミの魚探反応量とした。

また、ツノナシオキアミ分布域の環境指標として、一部の調査について、トランセクト上で4海里間隔でCTDによる鉛直水温、塩分、クロロフィルa量の観測を行った。

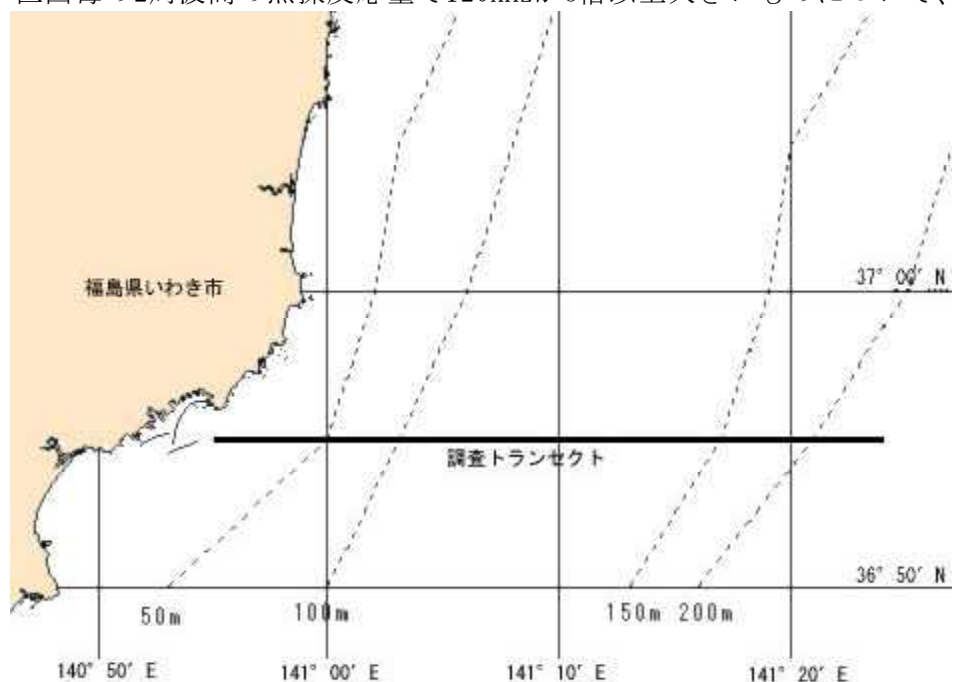


図1 調査測線

結

ツノナシオキアミの分布量

調査測線における1平方海里当たりの魚探反応量を分布量とした。分布量の推移を図2、表1に示す。

2003年については、盛漁期となった4月中旬からの調査で、2004年、2005年については、ツノナシオキアミ群がまだ来遊していない時期から調査を開始した。

各年の分布量の最大値は、2003年では2,012  $m^3/nm^2$ 、2004年では1,530  $m^3/nm^2$ 、2005年では813  $m^3/nm^2$ であり、最も多いツノナシオキアミの分布がみられたのは2003年であった。

一方、分布期間については、分布量で100  $m^3/nm^2$ を超えた最初の日は、2004年については3月4日、2005年については、2月18日であった。2004年、2005年とも、図3に示すツノナシオキアミの月別水揚げ量の推移においてツノナシオキアミの水揚げがない6月でも100  $m^3/nm^2$ 以上の分布量であった。

2003年については、4月中旬以降しか調査を行っていないため来遊期間についてはコメントできないが、今回の3か年のツノナシオキアミ分布量の比較では、2003年は瞬間的な来遊量としては最多であり、2005年は分布量は低位で推移したが、来遊期間は2004年よりも長かった。2004年は比較的多くの分布量であったが、来遊した期間は2005年よりも短かった。

果

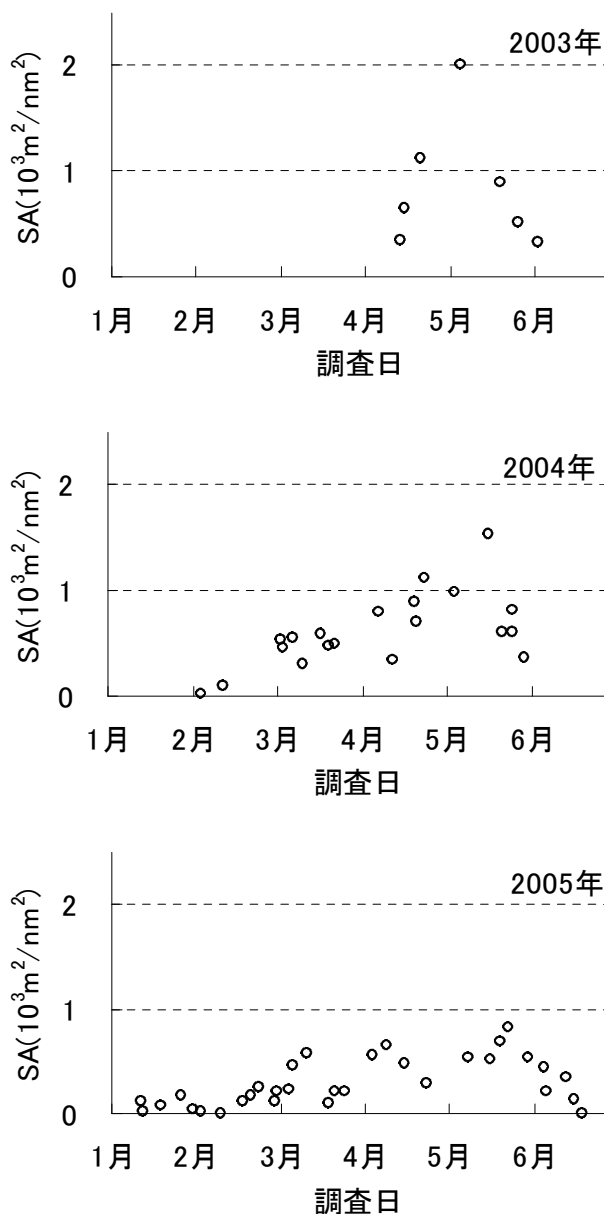


図2 ツノナシオキアミ平均魚探反応量の推移

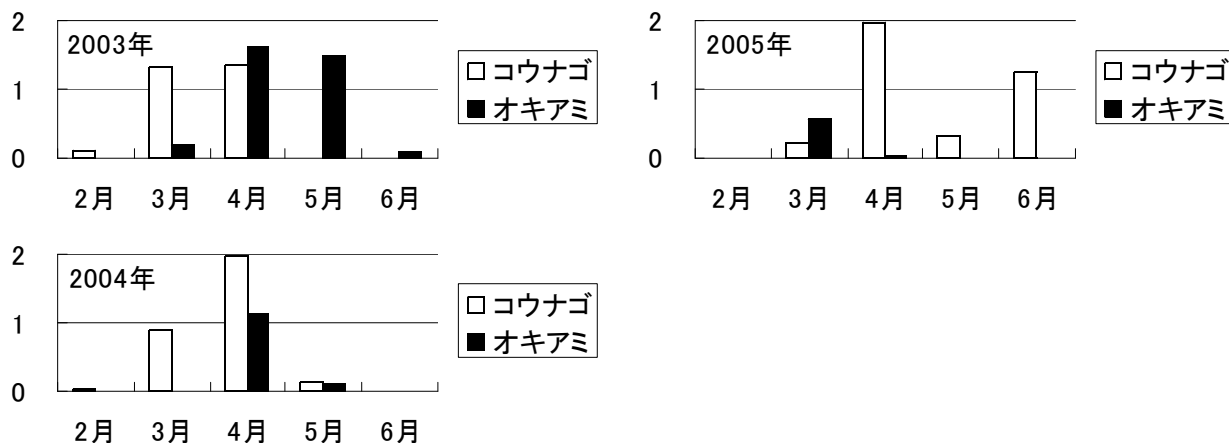


図3 ツノナシオキアミ及びコウナゴの月別漁獲量  
(単位：ツノナシオキアミ1000トン、コウナゴ100トン)

### ツノナシオキアミ漁獲可能群分布量

分布量のうち操業が可能な群が分布しているかを示す指標として、水深150m以深及び、海底直上の10m層を除いた1海里毎の魚探反応量の調査毎の最大値の推移を図4、表1に示す。これは、ツノナシオキアミを対象とした船びき網で使用される1艘かけまわり漁法での最大水深、網の破損を避けるため及び底質混じりの質の悪い漁獲物を避けるための離底距離が必要なためであり、また、最大値としたのは、濃密な魚群があれば、広い範囲に分布していなくても漁場となり得ると考えられるためである。

2004年の最大値は、 $4,578\text{m}^3/\text{nm}^2$ と3か年で最も大きかった。2003年と2005年は同程度で、2003年が $1,782\text{m}^3/\text{nm}^2$ 、2005年が $2,038\text{m}^3/\text{nm}^2$ であった。

期間については、2004年は、漁獲可能な層に、高密度な群が長期間みられた。2005年は2004年に比較すると豊度は低いものの、漁獲可能な層の群は2004年並みに長期間みられた。

### 水温・塩分・クロロフィルa分布とツノナシオキアミの分布

図5-1～10に水温・塩分・クロロフィルaの鉛直等値線図を示す。また、図中には、同じ日の計量魚探のエコグラムを重ね合わせて示した。等値線の作図には、1m間隔で平均したCTD(SBE9plus)のデータを使用した。エコグラム上は、38kHzよりも120kHzに強く現れている魚探反応がツノナシオキアミと考えられる魚探反応である。

2003年は、5月9日に水温及び塩分が4℃台、33.5PSU未満の親潮系冷水の波及があり、近傍の5～6℃台、33.6PSU台に底付きの濃いツノナシオキアミの魚探反応がみられた。その後、水温6℃台、塩分33.7PSU台に底付きの魚探反応が持続した。

2004年は、3月5日に沖合側に水温1℃台、塩分33.1PSU台の極めて強い親潮系冷水の波及があり、その沿岸側の水温4～6℃台、塩分33.5～33.7PSU台にツノナシオキアミの浮上群が現れた。5℃未満の親潮系冷水の東経141° 20' 以西の沿岸部への波及は4月9日の調査まで継続し、4月下旬まで、5～7℃台、33.5～33.7PSU台にツノナシオキアミの浮上群の分布が持続した。その後、5月下旬まで6～7℃台、33.6～33.7PSU台に底付き群が分布した。

2005年は、2月18日に沖合側に水温1℃台、塩分32.9PSU台の極めて強い親潮系冷水の波及があり、その沿岸側の水温3～6℃台、塩分33.1～33.6PSU台にツノナシオキアミの浮上群が現れた。5℃未満の親潮系冷水の東経141° 20' 以西の沿岸部への波及は3月14日までの短期間であったが、その後は4月27日まで5～7℃台、33.4～33.7PSU台にツノナシオキアミの浮上群がみられた。5月中旬以降、6月中旬まで6～7℃台、33.7～33.8PSU台に底付き群が分布した。

3か年とも底付き群は、海底付近の水温が6～7℃台に分布し、沿岸側から始まる海底付近の水温の上昇により、その水温帯が沖側へ後退するのに伴い、群も沖側に後退していくことが観察された。

クロロフィルaについては、4月から6月にかけてブルーミングによる高密度分布が現れたが、3か年とも、ツノナシオキアミの分布域ではクロロフィルaの高密度分布はみられなかった。

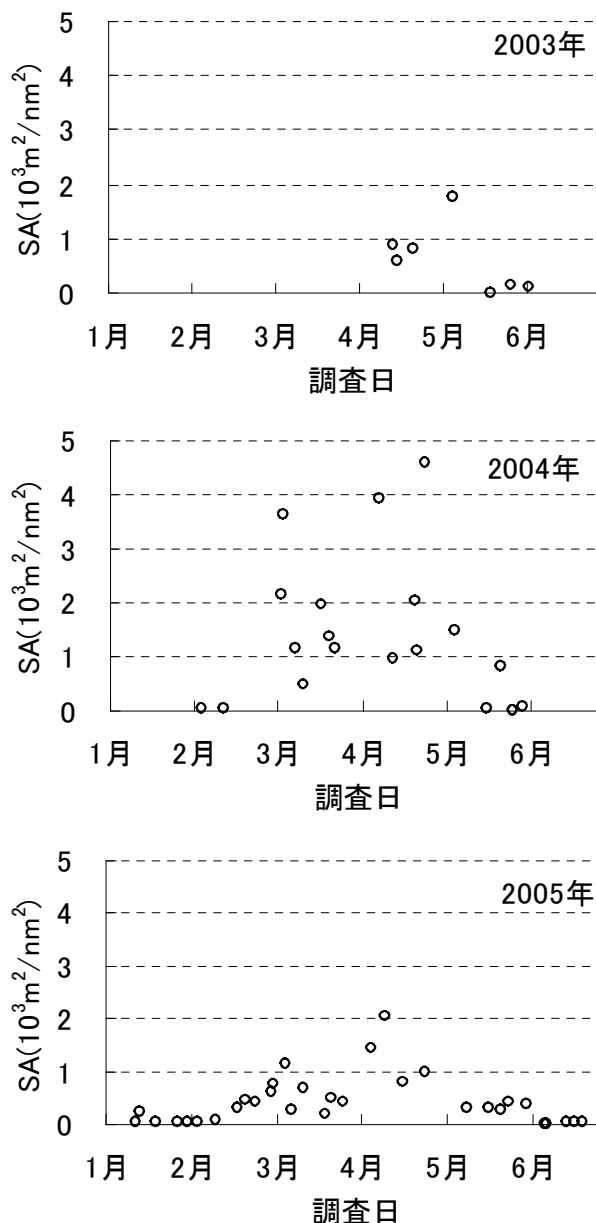


図4 水深150m以深及び海底直上の10m層を除いた魚探反応量の最大値の推移

### ツノナシオキアミの来遊要因としての海況構造

ツノナシオキアミ群は、2004年、2005年とも、親潮第一分枝または親潮第一分枝から連なる冷水の南下、接岸によると考えられる水温5℃未満、塩分33.5PSU未満の極めて強い親潮系冷水の波及とともに出現した。直後のツノナシオキアミ群の出現当初は、水温5℃未満、塩分33.5PSU未満の低水温、低塩分水にもツノナシオキアミ群は出現するが、概ね水温6～7℃台、塩分33.6～33.7PSU台の水塊が分布の中心であった。また、2003年5月9日及び2004年5月19日の一時的な親潮系冷水の波及に伴い、ツノナシオキアミの魚探反応量の増加がみられた。ただし、調査期間中、水温6～7℃台、塩分33.6～33.7PSU台の水塊はどこかには必ず継続してみられるもので、冷水波及によりそういった水温、塩分帯が形成されたのではない。従って、調査海域におけるツノナシオキアミ群の形成は、親潮系冷水の南下に伴いツノナシオキアミ群も南下してくるものと考えられる。

群の性状は、初期は浮上群で、4月中旬ないし下旬以降底付き群となった。底付き群は、親潮第一分枝から連なる冷水の南下があった2003年5月9日以外は、水温6～7℃台、塩分33.6～33.7PSUに形成された。底付き群は、中層まで連続して同じ水温、塩分帯があっても、海底に接する形で分布し、環境要因ではなく、生物的な要因で底付き群となっていると考えられる。

来遊規模は、2004年と2005年の比較では平均魚探反応量の大きさと継続期間の推移から2004年を上回っている。この両年の比較では、2004年は、親潮第一分枝または親潮第一分枝から連なる冷水と考えられる水温5℃未満の冷水が東経141° 20' 以西の沿岸域に分布した期間が長いことから、親潮第一分枝または親潮第一分枝から連なる冷水の規模が、ツノナシオキアミの来遊量に関係することが示唆された。2003年については、平均魚探反応量からは最大の分布量が観察されているが、極めて小規模、短期間の親潮第一分枝から連なる冷水の波及がみられたのみであった。2004年も5月にごく弱い冷水波及によりこの年最大の分布量が観察されていることから、来遊期間後半では、小規模な親潮系冷水でもツノナシオキアミが多く来遊するとも考えられる。

以上から、福島県いわき市沿岸にツノナシオキアミの来遊があるかどうかは、親潮第一分枝または親潮第一分枝から連なる冷水の南下、接岸があるかどうかで判断でき、道東、三陸沖の親潮第一分枝上流部の状況や、独立行政法人水産総合研究所東北区水産研究所が取りまとめている東北海区海況予報をもとに予測可能であると考えられる。しかし、来遊の規模については、今回のわずか3か年の結果からだけでは、海況との関係に言及することはできなかった。

### ツノナシオキアミ漁場形成要因

漁獲可能な層に分布する最大魚探反応量について、2003年、2005年に比べて、2004年が高位で推移した。

浮上群を形成した2月～3月の期間については、分布した総量は2004年が2005年を上回る水準であった。2004年、2005年とも水温6～7℃台、塩分33.6～33.7PSU台が広く分布する水塊に分散してツノナシオキアミ群は分布しており、異なる水塊が接する場所に集群することで濃密群が形成される様式ではなく、図6に示すとおり調査測線上に分布した総量が多ければ漁獲可能な層に分布する最大魚探反応量も多い関係がみられることから、来遊量が多ければ浮上群の漁場形成がよいと考えられる。

底付き群は、水深150m以浅の水深帯に分布し、かつ、群に高さがあることが漁獲可能なための条件であるため、図6に示すとおり、分布量と漁場形成との関係はみられない。分布域が水温6～7℃台、塩分33.6～33.7PSUに規定されるため、海底部の低水温、低塩分水の後退により漁場が消滅することは予想可能と考えられる。しかし、もう一方の条件である、群の高さについては、適水温、塩分帯の高さ方向の幅がない場合は漁場形成がないと予測できるが、適水温、適塩分帯が広い場合は、底付き群の高さがどうなるかは予測できないと考えられる。

### 3か年のツノナシオキアミ漁場形成の評価

2004年は3か年で最も豊度の高い漁場形成が可能な群が分布したのと考えられる。しかし、実際には、最も漁獲が多かったのは、同時期に競合するコウナゴ船びき網が不漁でオキアミ着業船が多かった2003年であった。また、2005年のオキアミ漁が減少したのは、ツノナシオキアミの産地価格が、2003年が約40円、2004年が約30円であったのに対して2005年が約17円と大幅に下がったことにより着業が減少したことも原因となっている。

漁場形成については、2005年において、同じ来遊群を利用している隣接の茨城県大津漁協所属船が、2月下旬から5月上旬まで1日当たりの漁獲上限の6トンを出漁日全てで概ね漁獲していることから、漁獲可能な層に分布する最大魚探反応量が、 $300\text{m}^2/\text{nm}^2$  以上であれば、十分、漁獲対象となるものと考えられた。

以上から2003年は4月から5月の短期間であったが漁場形成可能なツノナシオキアミ群の分布があり、漁場形成もみられた。2004年は3月上旬から5月上旬にかけて漁場形成可能なツノナシオキアミ群の分布があったが、コウナゴ漁況が好漁であったため着業が遅れ、4月下旬に本格的に着業したものの、直後に漁場豊度が低下し終了となったと考えられる。2005年については、2月中旬から5月下旬にかけて漁場形成可能なツノナシオキアミ群の分布があったが、魚価安及びコウナゴ漁況が好漁であったため、着業はほとんどなかったものと考えられる。

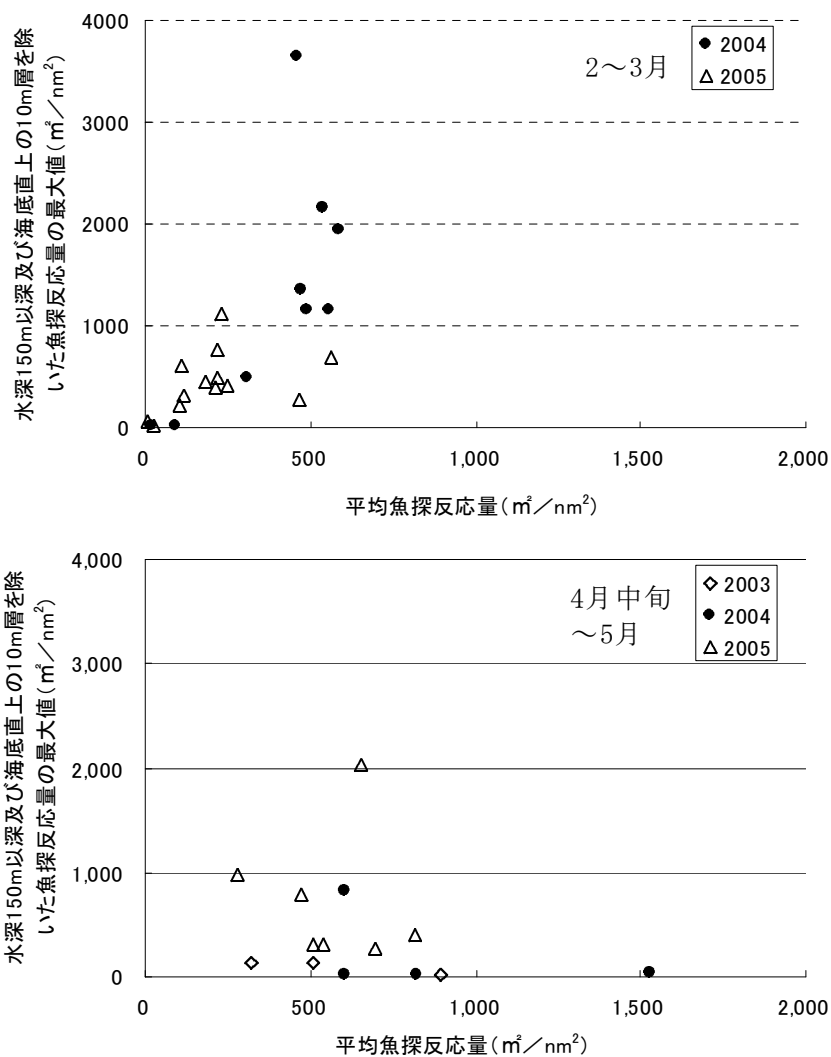


図6 平均魚探反応量と水深150m以深及び海底直上の10m層を除いた魚探反応量の最大値の関係

要 約

1 2003年から2005年のツノナシオキアミの来遊量を計量魚探により定量化した。

2 2004年と2005年の2か年について、漁期当初のツノナシオキアミの来遊は、親潮第一分枝または、親潮第一分枝から連なる冷水の南下と時期を同じくした。

3 クロロフィルa分布とツノナシオキアミの分布には関係はみられなかった。

4 浮上群を形成する2～3月は、浮上群の漁場形成の良し悪しは来遊量と関係することがみられたが。4～5月の底付き群には来遊量と漁場形成の良し悪しに関係は見いだされなかった。

表1 ツノナシオキアミ魚探反応量の平均及び最大値（漁獲可能は、150m深以深及び海底直上10m層を除いた魚探反応量。単位：m<sup>3</sup>/平方海里）

	平均魚探反応量	平均漁獲可能魚探反応量	最大魚探反応量	最大漁獲可能魚探反応量
2003/04/17	332	135	901	882
2003/04/18	649	135	2,735	600
2003/04/24	1,118	239	7,078	795
2003/05/09	2,012	469	4,773	1,782
2003/05/23	895	2	4,191	17
2003/05/30	507	17	1,593	139
2003/06/06	323	26	1,075	126
2004/02/04	17	6	56	21
2004/02/12	88	5	436	23
2004/03/04	535	270	2,148	2,148
2004/03/05	457	344	3,689	3,639
2004/03/09	558	321	1,417	1,163
2004/03/12	307	108	621	493
2004/03/19	589	346	1,957	1,946
2004/03/22	469	251	1,355	1,355
2004/03/24	491	285	1,660	1,165
2004/04/09	797	616	3,929	3,917
2004/04/14	346	274	966	946
2004/04/22	882	338	2,514	2,050
2004/04/23	710	448	1,605	1,117
2004/04/26	1,113	743	4,697	4,578
2004/05/07	981	131	2,976	1,489
2004/05/19	1,530	13	9,304	38
2004/05/24	607	69	1,955	828
2004/05/28	603	28	1,439	13
2004/05/28	822	1	4,512	17
2004/06/01	367	19	957	82
2005/02/03	27	2	33	27
2005/02/10	6	0	0	68
2005/02/18	114	39	351	312
2005/02/21	181	55	504	442
2005/02/24	247	54	418	418
2005/03/02	108	79	629	603
2005/03/03	217	161	762	762
2005/03/07	229	99	1,798	1,127
2005/03/09	463	62	607	280
2005/03/14	564	271	705	694
2005/03/22	104	51	513	206
2005/03/24	215	103	595	484
2005/03/28	210	169	399	399
2005/04/07	554	318	1,512	1,441
2005/04/12	655	386	2,701	2,038
2005/04/19	474	208	1,233	786
2005/04/27	281	169	972	972
2005/05/12	538	53	2,824	301
2005/05/20	509	45	1,390	303
2005/05/24	696	40	2,557	273
2005/05/27	813	95	2,334	399
2005/06/03	540	59	1,530	393
2005/06/09	433	6	2,784	9
2005/06/10	214	8	900	12
2005/06/17	335	5	959	21
2005/06/20	126	4	930	33
2005/06/23	1	1	32	32

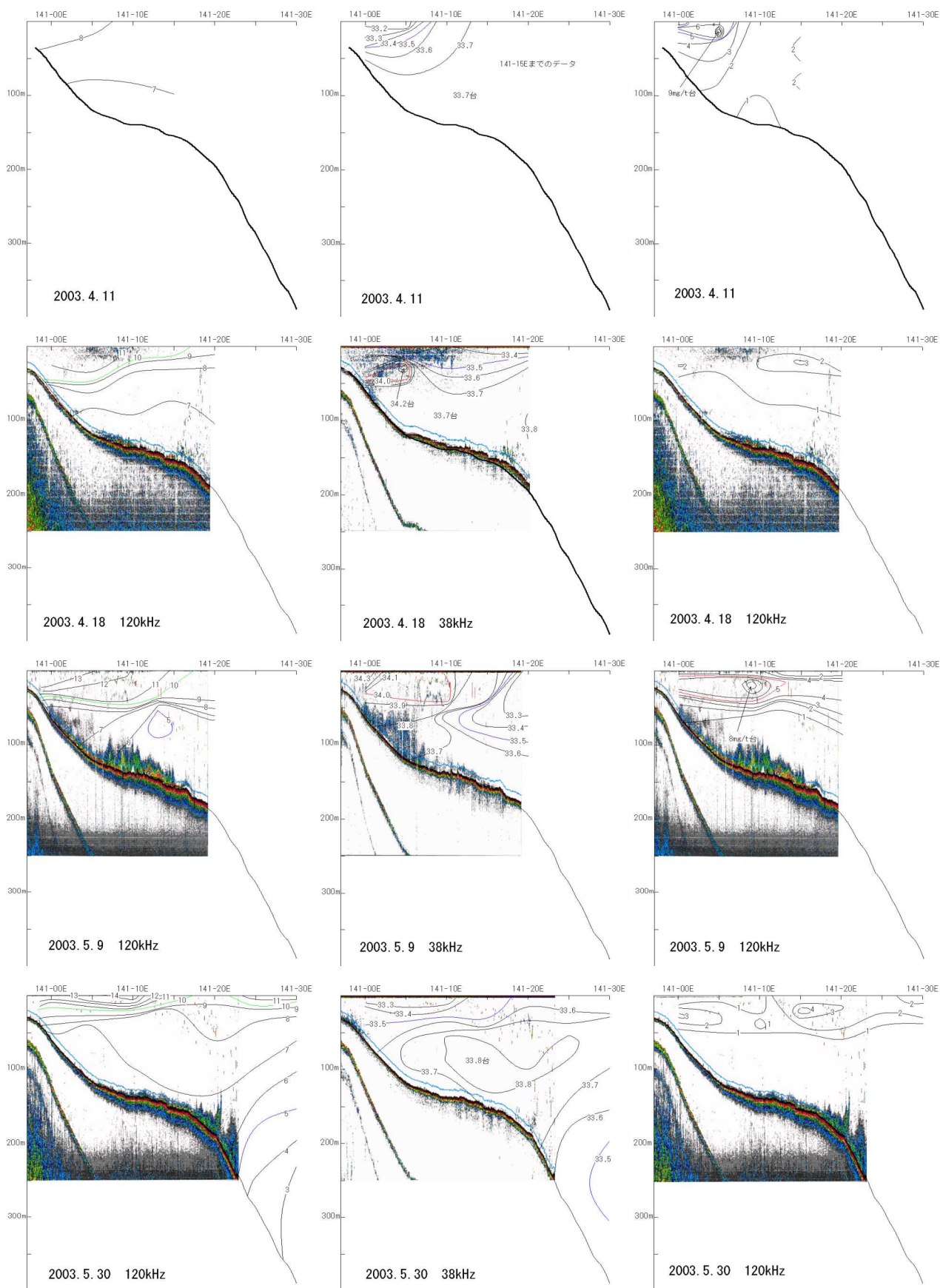


図5-1 水温(左、単位°C)、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa(右、単位mg/t)分布と計量魚探エコーグラム(120kHz、38kHz)  
(2003年4月11日はCTD観測のみ)

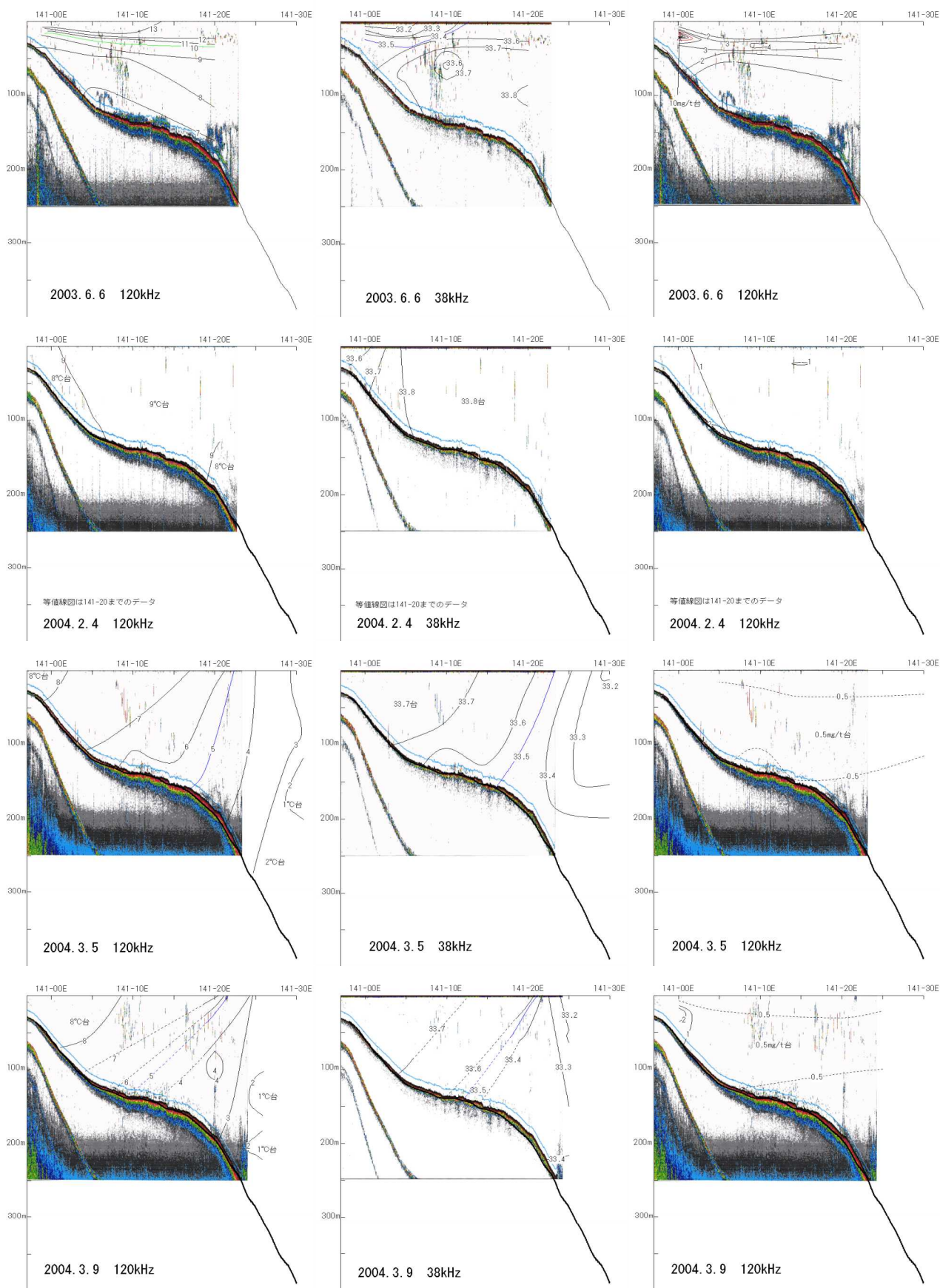


図5-2 水温(左、単位°C)、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa(右、単位mg/t)分布と計量魚探エコグラム(120kHz、38kHz)  
 (2004年3月9日はCTD故障のため141-10E及び141-15E欠測)



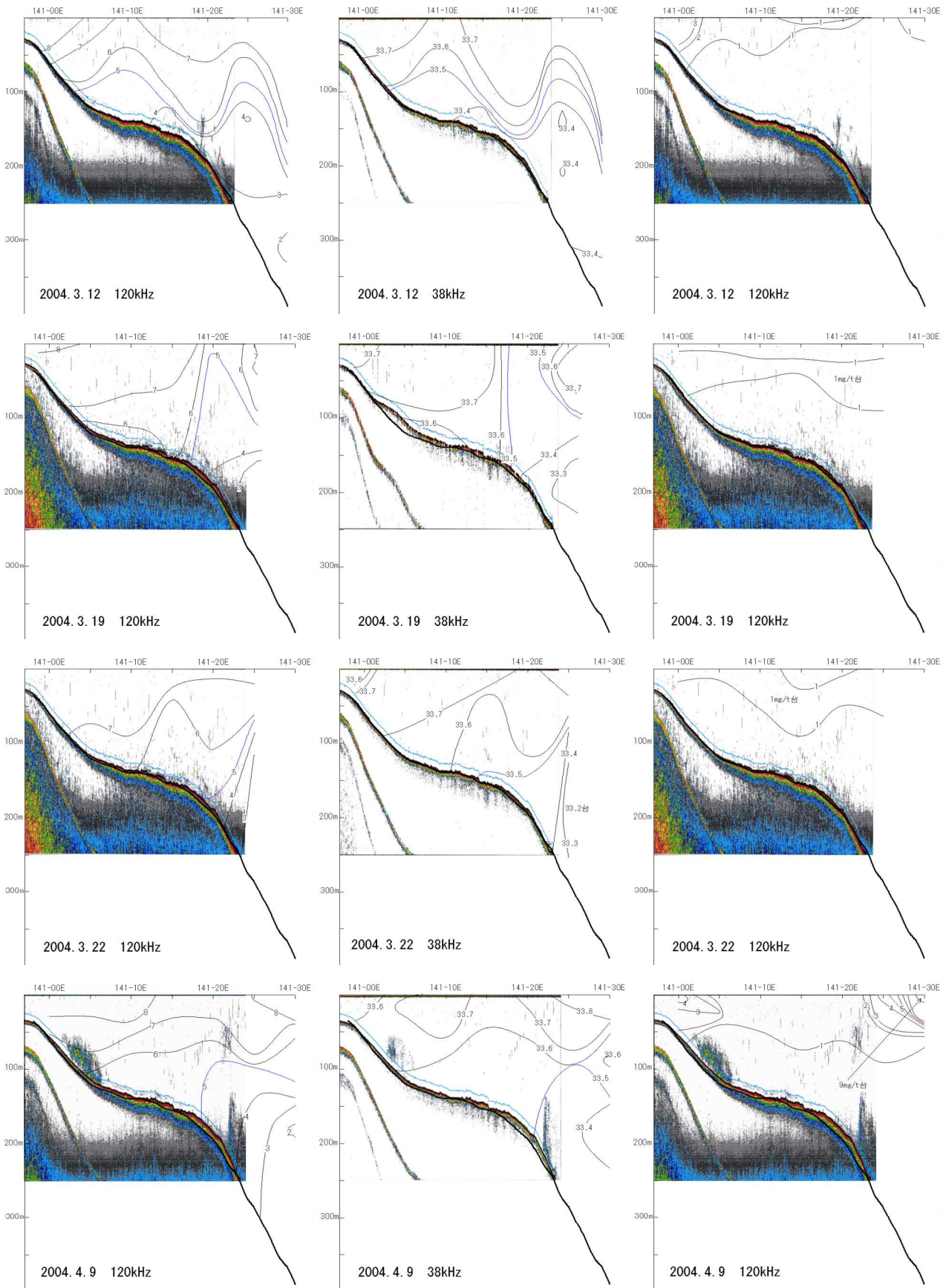


図 5-3 水温(左、単位°C)、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa (右、単位mg/t) 分布と計量魚探エログラム (120kHz、38kHz)

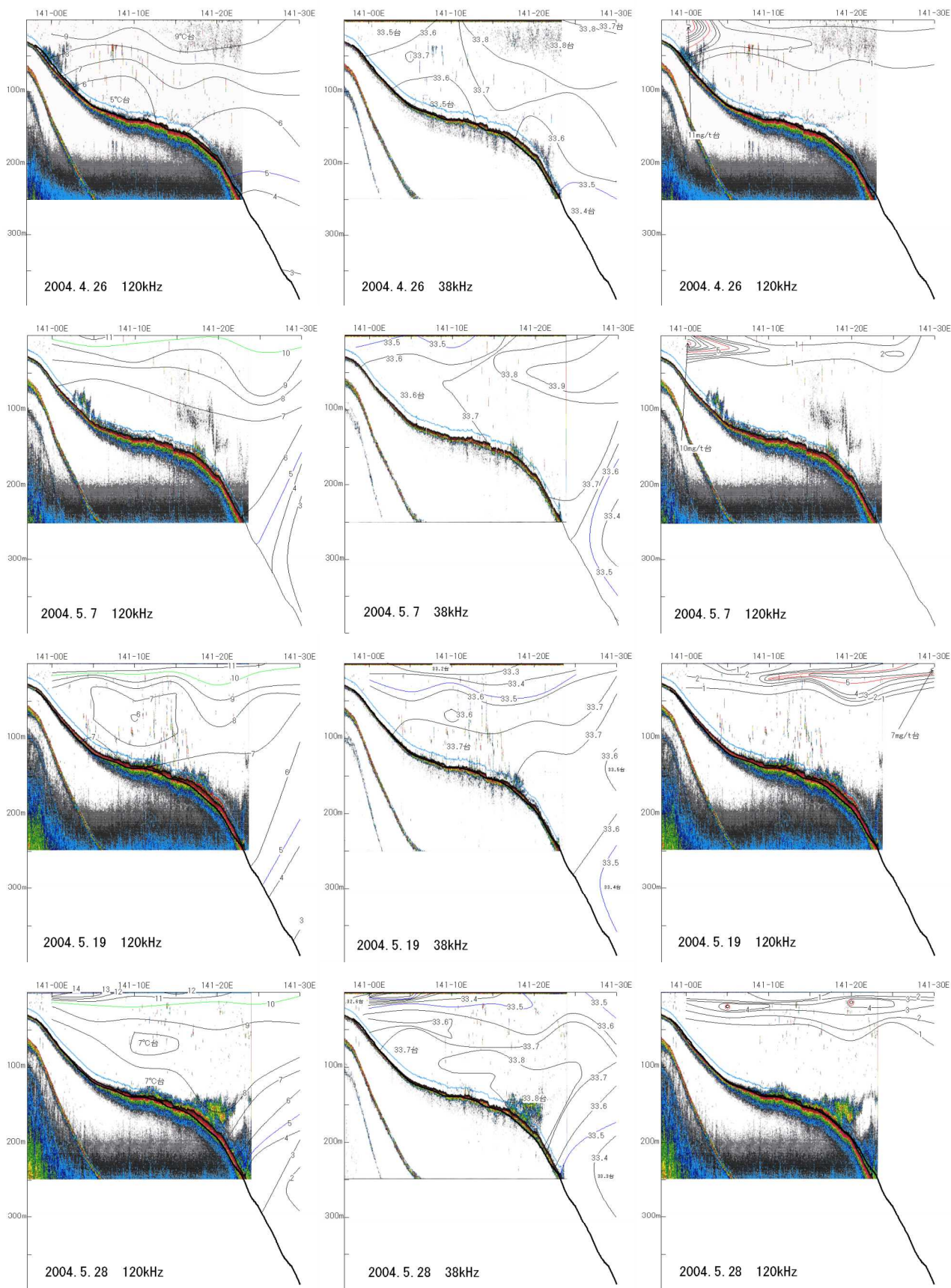


図5 - 4 水温(左、単位 °C)、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa (右、単位mg/t) 分布と計量魚探エコグラム (120kHz、38kHz)

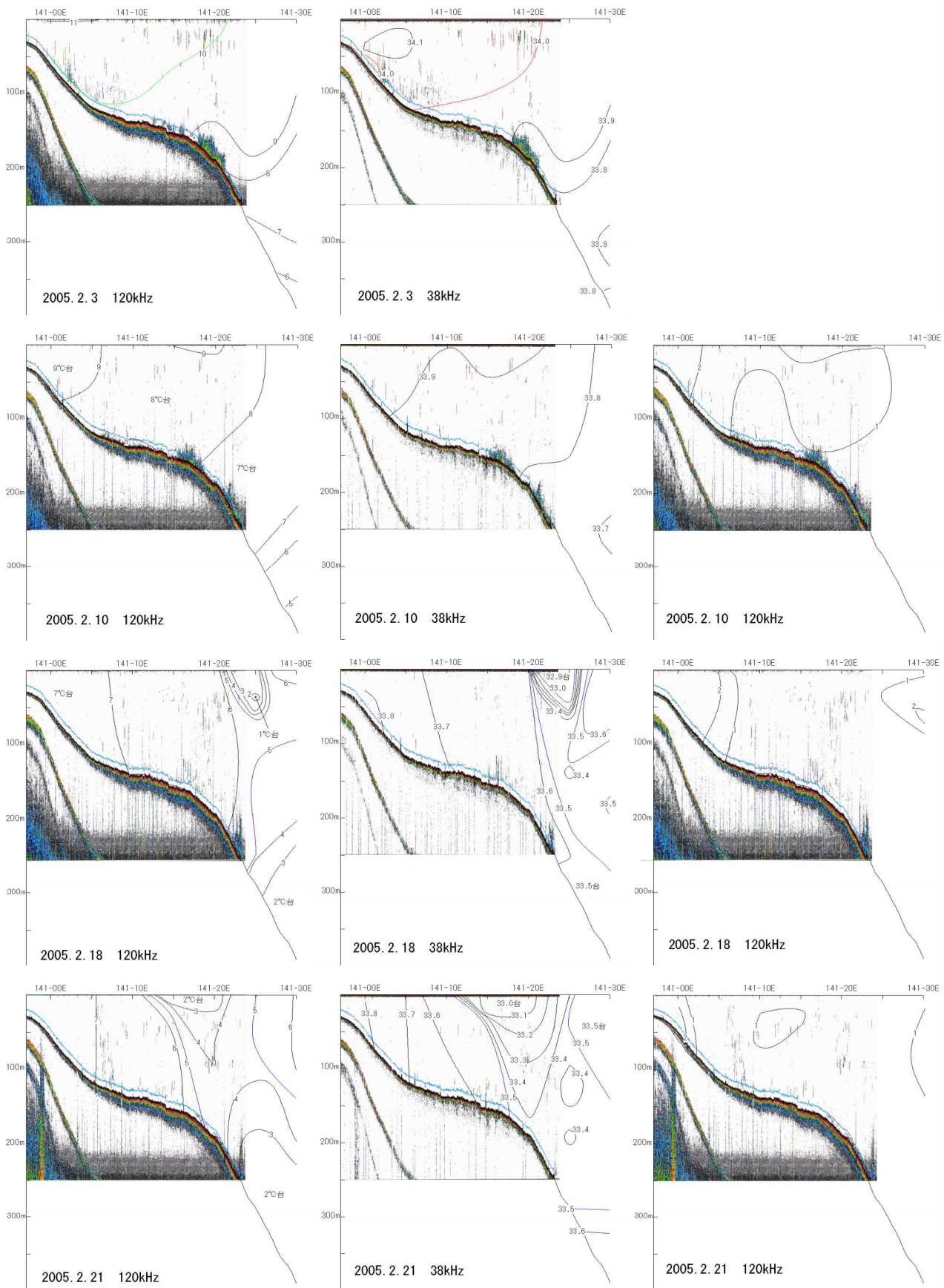


図 5 - 5 水温(左、単位  $^{\circ}\text{C}$ )、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa (右、単位mg/t) 分布と計量魚探エコグラム (120kHz、38kHz)  
 2005年2月3日はSBE -19による測定。クロロフィルa欠測。

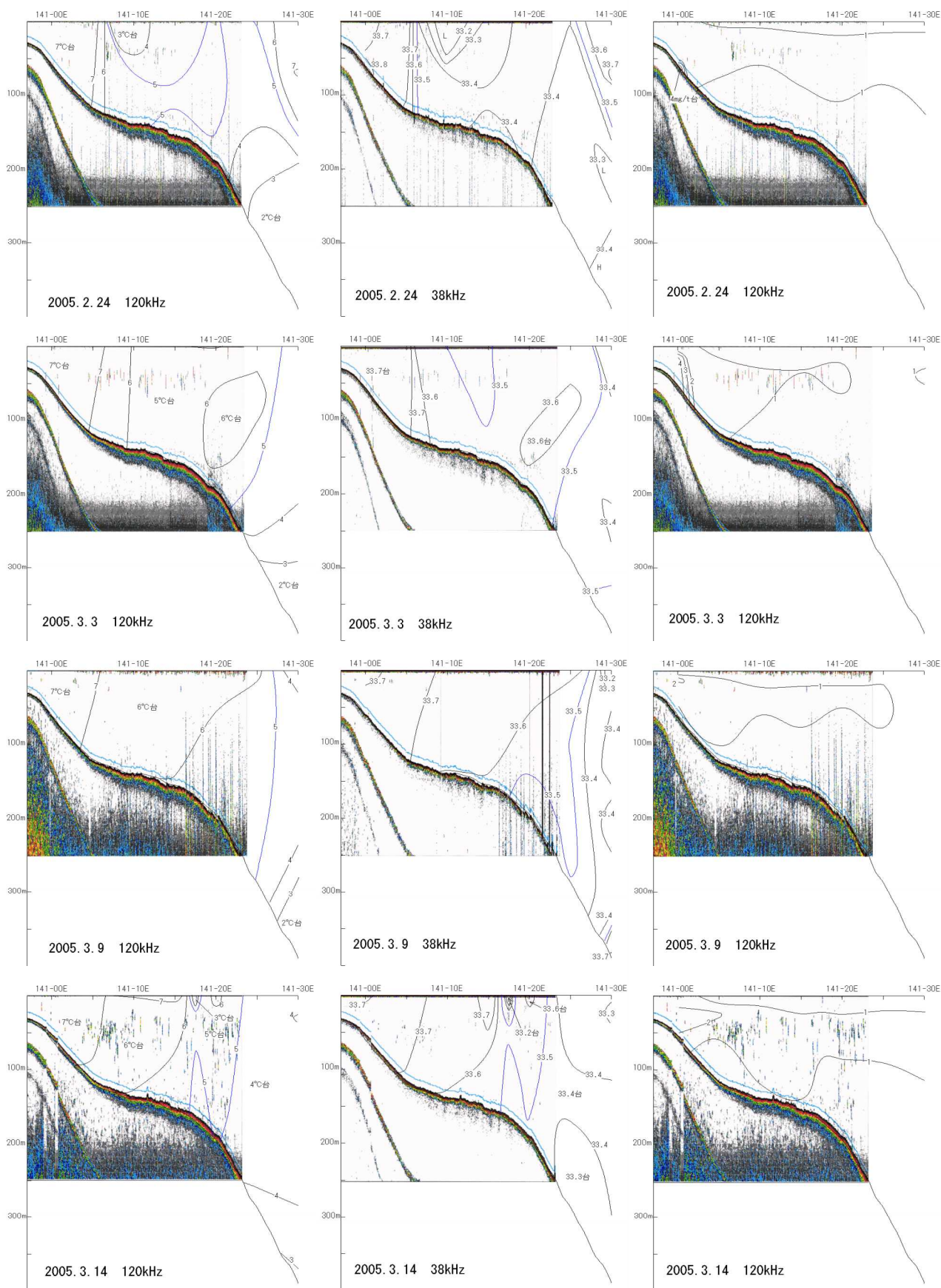


図 5 - 6 水温(左、単位  $^{\circ}\text{C}$ )、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa (右、単位mg/t) 分布と計量魚探エコグラム (120kHz、38kHz)

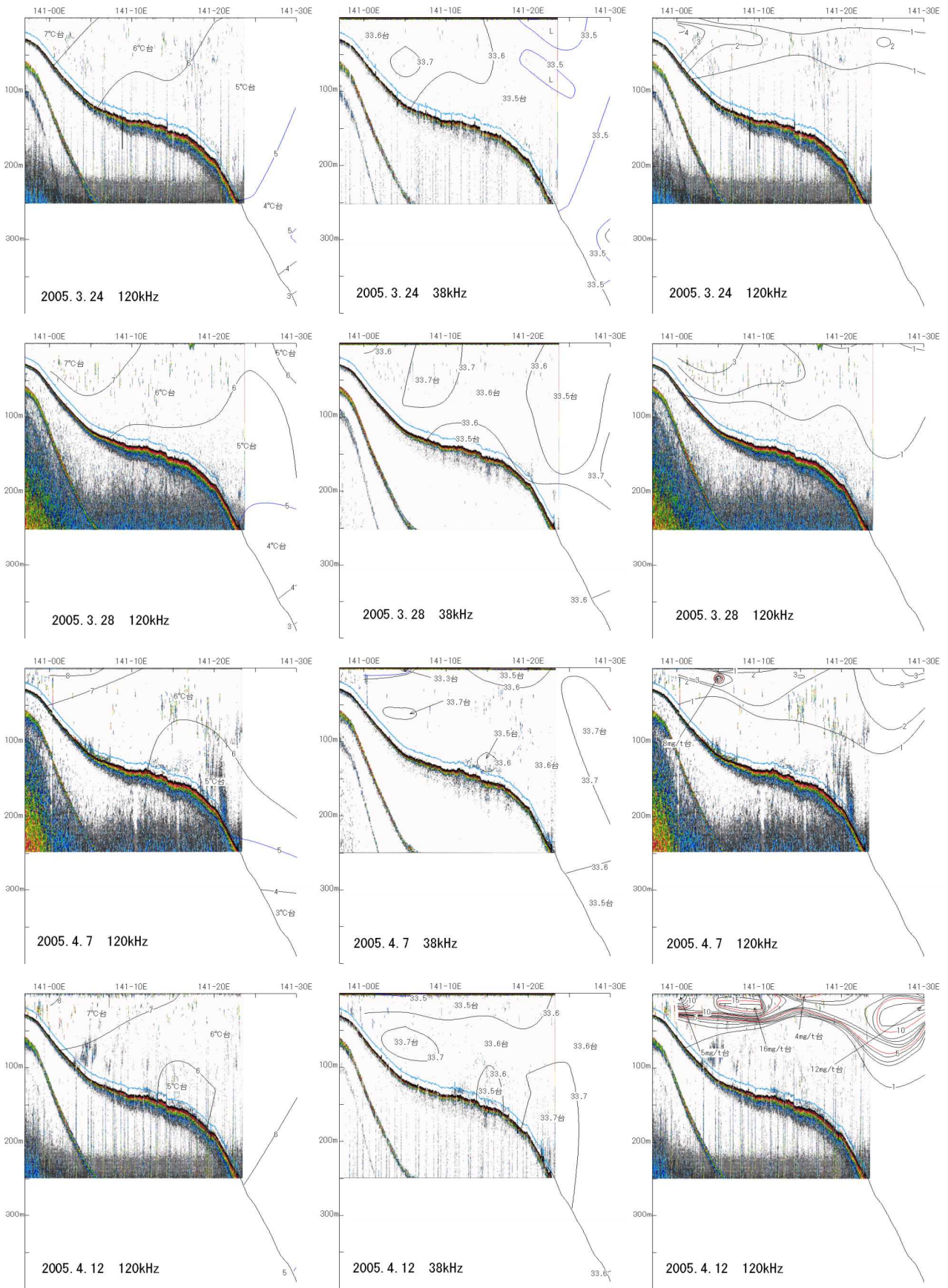


図 5 - 7 水温(左、単位  $^{\circ}\text{C}$ )、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa (右、単位mg/t) 分布と計量魚探エコグラム (120kHz、38kHz)

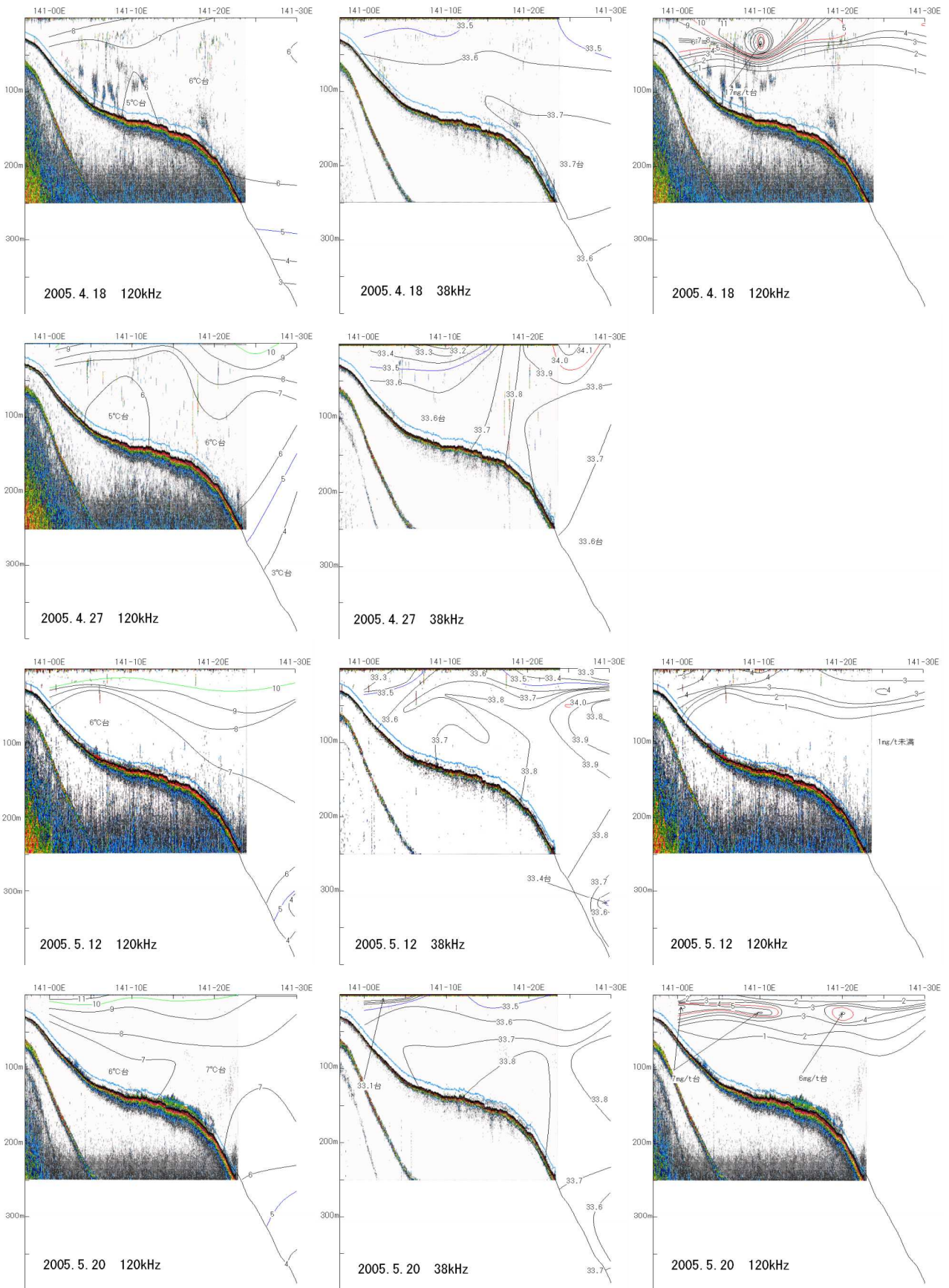


図 5 - 8 水温(左、単位  $^{\circ}\text{C}$ )、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa (右、単位mg/t) 分布と計量魚探エコグラム (120kHz、38kHz)

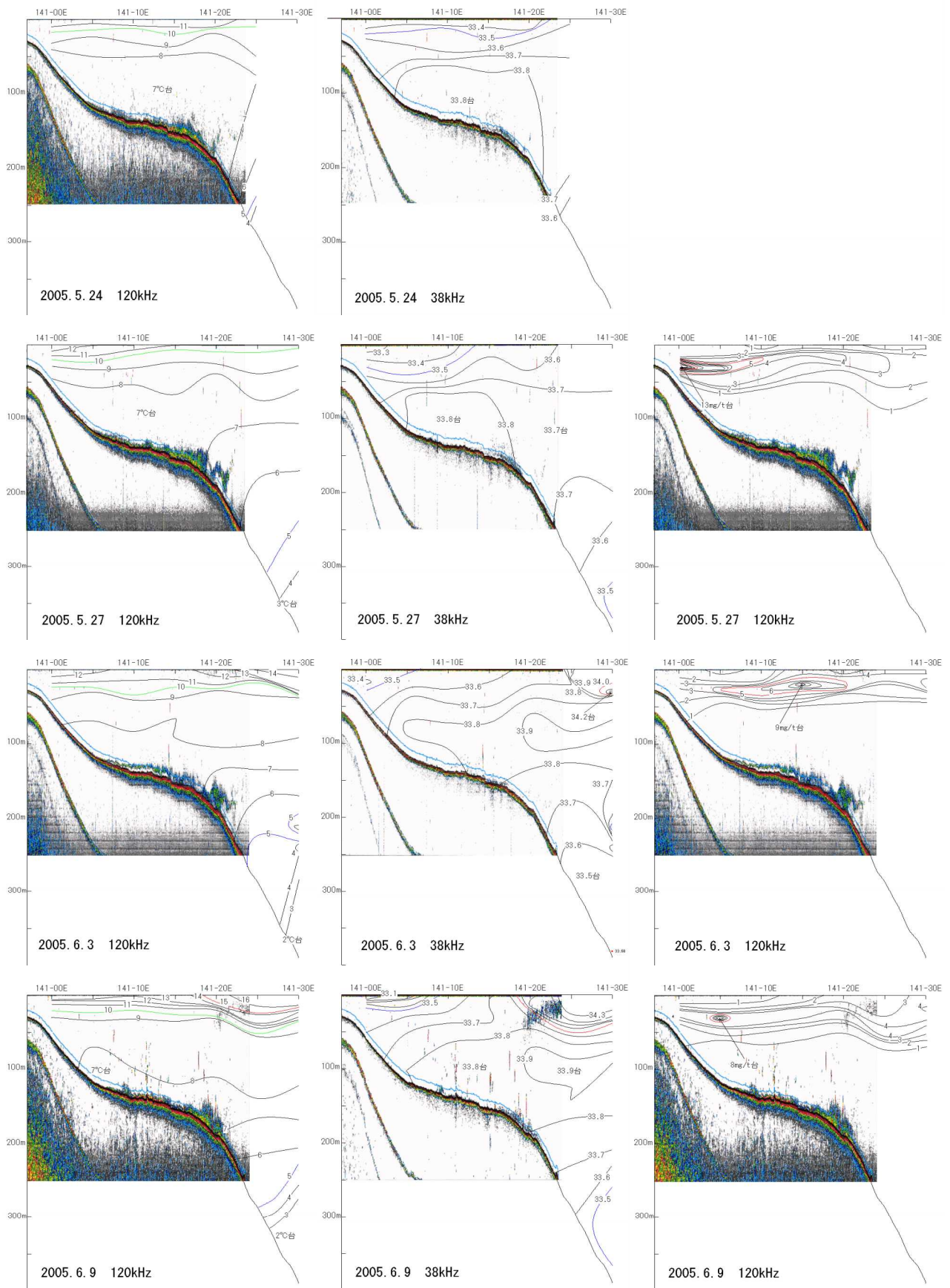


図 5 - 9 水温(左、単位  $^{\circ}\text{C}$ )、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa (右、単位mg/t) 分布と計量魚探エコグラム (120kHz、38kHz)  
 2005年5月24日はSBE -19による観測。クロロフィルa欠測。

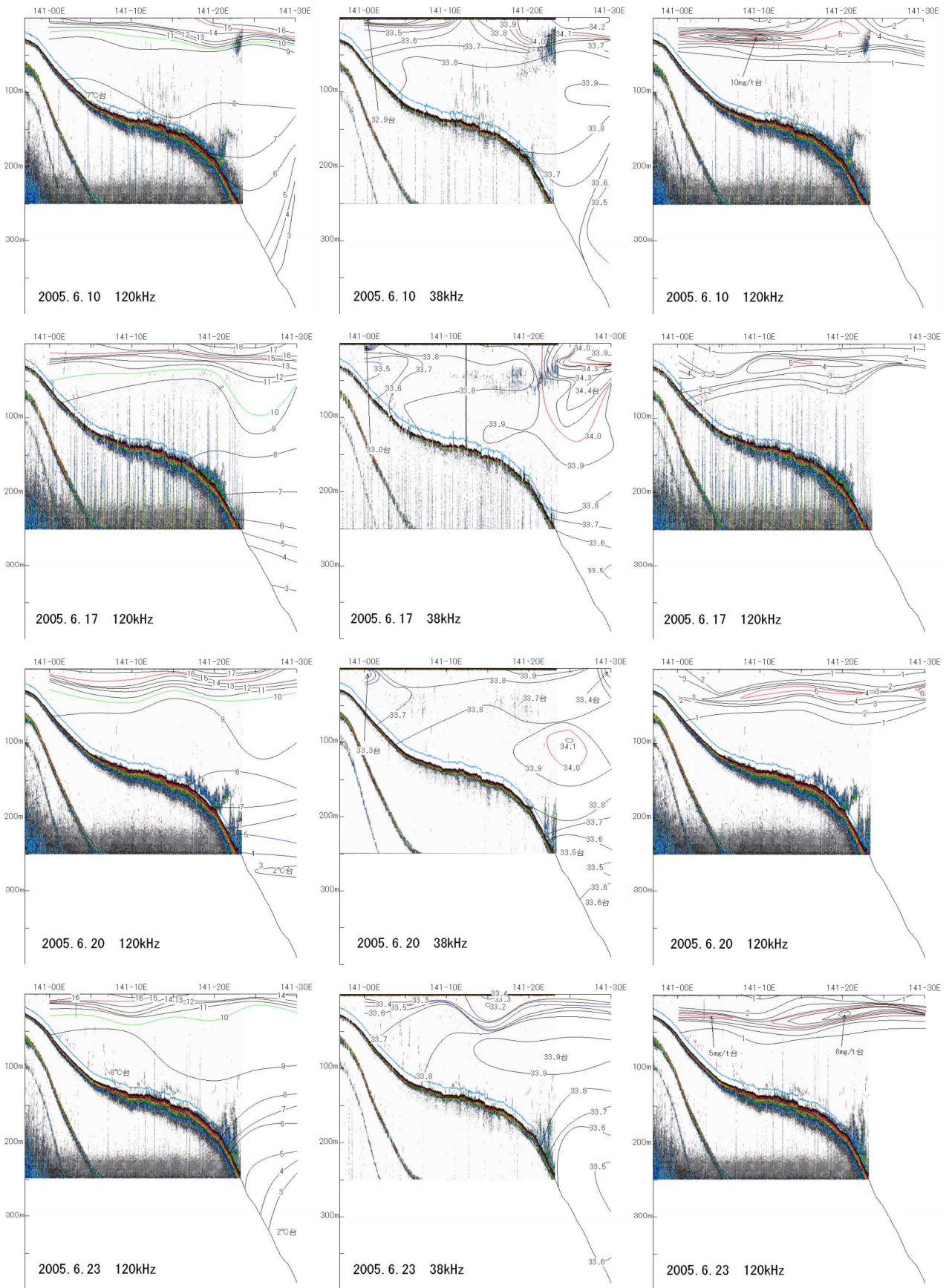


図 5 - 10 水温(左、単位 °C)、塩分(中、単位PSU)、クロロフィルa (右、単位mg/t) 分布と計量魚探エコグラム (120kHz、38kHz)