

〈寄稿〉

北海道日高沿岸で発生したマイワシの漂着・斃死現象

黒田一紀^{1†}Stranding and mortal phenomena of Japanese sardine,
Sardinops melanostictus on the coast of Hidaka in HokkaidoKazunori KURODA^{1†}

2014年11月3–6日に北海道日高沿岸においてマイワシの大量漂着・斃死現象が発生した。また、より大規模で、かつ同様な現象が1933年11月に同場所で生じていた。両事例の原因は冷水の急な出現であるとされていたので、その低水温の由来を検討した。その結果、冬季の到来を告げる北西季節風の初期における西寄りの強風の連吹によって、日高沿岸の大陸棚に沿って南東方向のエクマン吹送流が発達し、それがコリオリの力（地球自転の力）による沖出し流（エクマン輸送）を派生し、そして沿岸域の水位低下を補うために大陸棚縁辺沿いに惹起した沿岸湧昇が下層冷水の上昇を招いたと考察された。表層に湧昇した下層冷水はマイワシの水温耐性下限の10°C以下であったため、表層を回遊中であった魚群が行く手を遮られ、さらに海岸や港へ追い込まれ、終に打ち上げ・斃死に至ったと説明することが可能である。

A mass-stranding and mortal phenomenon of the Japanese sardine *Sardinops melanostictus* (Schlegel, 1846) happened on the coast of Hidaka in Hokkaido, Japan from November 3rd to 6th in 2014. In November in 1933, another remarkable phenomenon involving the same species had occurred on the same coast. Since both phenomena were caused by the sudden occurrence of cold water, their causes were examined on the air–sea process in the early period of the north-western monsoon that signals the coming of winter in Hokkaido. The Ekman drift current toward the south–east developed along the continental shelf off the Hidaka coast owing to the continuation of the strong westerly wind of the monsoon, being accompanied with offing currents (Ekman transport) owing to Coriolis' force. Furthermore, in order to supplement the lowering of sea water level, coastal upwelling, (i.e. the rising to the surface layer of deeper cold water) happened. As a result, it can be explained that water temperature lower than 10°C, which is the lower limit of distribution of sardine shoals migrating westwards in the surface layer, thrust them to the coastal line and ports, leading to stranding and mortality of the sardines.

Key words: coastal upwelling, coast of Hidaka in Hokkaido, Ekman transport, Japanese sardine *Sardinops melanostictus*, stranding and mortal phenomenon

はじめに

2014年11月上旬の北海道日高沿岸において、マイワシ *Sardinops melanostictus* (Schlegel, 1846) の大量漂着・斃死現象が発生した (Fig. 1)。日高沿岸の同所における同様な漂着・打ち上げ・斃死現象は、明治39年 (1906) 11月 (カタクチイワシほか) と昭和8年 (1933) 11月 (マイワシほか) にも生じていた (倉上, 1933; 倉上・川名, 1934)。

この日高沿岸域は、北西から南東方向へほぼ直線状に走る約80海里的の海岸線をもち、かつ大陸棚外縁が110–130 m

深にある海底地形を呈する。道南海域の海況や流動の季節過程については、通常、1–5月 (2–3月主) には低温・低塩分の沿岸親潮水 (村上, 1984) が流入して西向流が発達するが、7月以降10月頃までは高温・高塩な津軽暖流水が発達して反時計回りの環流に支配される (大谷・村上, 1987)。よって、日高沿岸域の11月上旬は津軽暖流水から沿岸親潮水への移行の初期に相当する。

ここでは、今回の事例については新聞情報、前回の事例については既往の文献に基づき、発生現象の経過を記述した。さらに、3回の事例に関わる気象と海況の資料を収集して原因を検討した結果、大気・海洋過程に生じた共通の原因である沿岸湧昇が魚類の漂着・斃死現象を惹起したことが判明したので、報告する。

2015年6月18日受付, 2015年10月15日受理

¹ 元水産庁東海区水産研究所

Formerly, Tokai Regional Fisheries Research Laboratory, Fisheries Agency

[†] kuroda121625@ivy.ocn.ne.jp

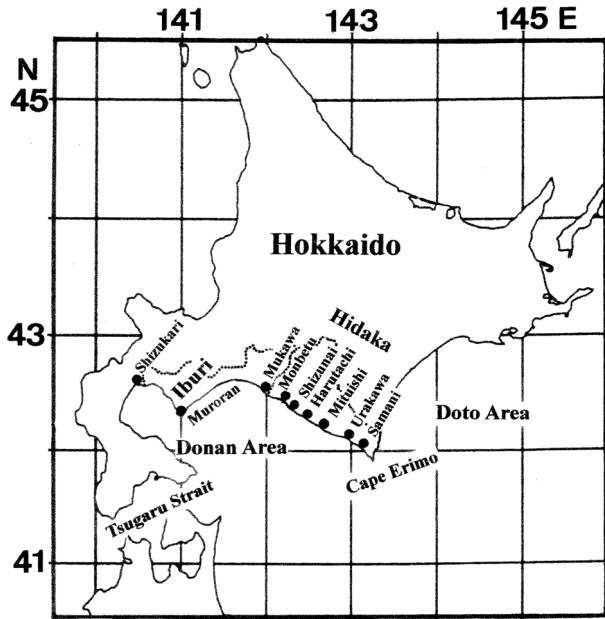


Figure 1. Some local names on the coast of Hidaka, Iburi and Toshima Sichous and its surrounding geography in Hokkaido, Japan.

材料と方法

以下の資料を収集・整理して検討を行った。

(1) 2014年の事例

- ①北海道新聞 (11月5日, 11月7日付)
- ②気象庁の天気図 (11月1-8日) および浦河アメダスの気象資料
- ③道南海域を中心とする水温図: 漁業情報サービスセンター (JAFIC) が人工衛星情報や船舶 (漁船・調査船・貨物船) などのデータを利用して作成した水温日報 (前日00時-当日07時)。ただし, データの収集時間からみて, 実質上は日付の前日の記録とみなせる。
- ④定地水温 (2014年10-11月):
 (えりも港) — 北海道栽培漁業えりもセンターによる毎日10時測定 of 港内2m深の水温
 (室蘭沖) — 北海道栽培水産試験場による毎日07時測定 of 室蘭沖合 (780 m, 約15 m深) の11 m深の取入口から取水した水温

(2) 1933年11月の事例

- ①既往文献 (倉上, 1933; 倉上・川名, 1934)
- ②襟裳岬灯台水温 (3日毎測定, 10月28日-11月18日)
- ③気象庁の天気図 (11月1-8日) および浦河測候所の気象資料

(3) 1906年の事例

- ①既往文献 (倉上・川名, 1934)
- ②気象庁の天気図 (11月1-6日)

なお, 浦河測候所は大正15年 (1926) 12月3日に北海

道庁管轄の浦河測候所として設立され, 昭和2年 (1927) 1月1日から気象観測を開始した。以後, 昭和13年 (1938) 10月1日に文部省中央気象台へ移管され, 昭和31年 (1956) には運輸省気象庁に所属して平成21年 (2009) 10月1日に廃止になったが, 以後気象庁の特別地域気象観測所 (浦河アメダス) として継続している。よって, 浦河測候所は明治39年 (1906) の漂着現象の発生時には立地しておらず, 気象と海況の資料はなかった。

結果

2014年11月におけるマイワシ漂着・斃死の事例

(1) 現象の経過

北海道新聞 (11月5日付) によると, 2014年11月3-4日に, 体長25 cmのマイワシが胆振管内勇払郡鶴川漁港の岸壁に1-3 m幅に折り重なり, 海面を覆う現象が発生した。さらに, 漁港周辺の海岸約4 kmに亘り漂着・打ち上げ現象がみられた。鶴川漁業協同組合は4日にマイワシを約20トン回収し, 肥料原料として売却した。

さらに11月7日付の北海道新聞によると, 大量のマイワシ (体長20 cm) が日高管内浦河港で5日昼頃から確認され, 6日には銀白色の帯状となる現象が生じた。この漂着・打ち上げ現象は11月3日に胆振管内の鶴川漁港で発生して以降6日まで, 日高管内富浜・門別漁港 (日高町) を経て4日には春立漁港 (新ひだか町, 約6トン回収) でも認められた (Fig. 1)。

浦河町の推定によると, 漂着マイワシは100トンに上るとみられ, 11月6日朝から同町や浦河漁業協同組合の職員ら70人が約23トンを回収し, うち17トンを釧路のミール工場へ搬送した。中には生きていた個体もあり, 岸壁でタモ網で抄う人もいた。また, カモメがマイワシを飽食して, 飛べないという滑稽な景もみられた。

原因は, 11月3-5日にサハリン付近で発達した低気圧によって生じた暴風のため, 冷水が海面近くまで上昇し, 冷水を避けるためマイワシが港内や浅瀬に寄せられたという。なお, 浦河漁協職員の話によると, その他の魚類・たこ類およびうに類などの漂着は観察されなかったという。

(2) 浦河アメダスによる気象の経過

①天気概況

11月1日, 朝鮮東岸に発生した低気圧は北東進し, 2日には発達しつつ日本海にあり, さらに3日には北東進してサハリン西岸沖で968 hPaに発達し, 4日にはサハリン北東沖のオホーツク海で958 hPaと最も発達した (Fig. 2)。

②浦河の気象

低気圧の影響を受けて, 11月1日高気圧圏にあった浦河の気圧 (1016 hPa) は, 2日には気圧の谷に入り1001 hPaまで急降下した (Table 1)。この間の風は東寄りで弱かった。最低気圧を記録した3日には, 風向が逆転して西風となり, 襟裳岬の最大風速は30 m・s⁻¹近くに達し, 10月27-29日

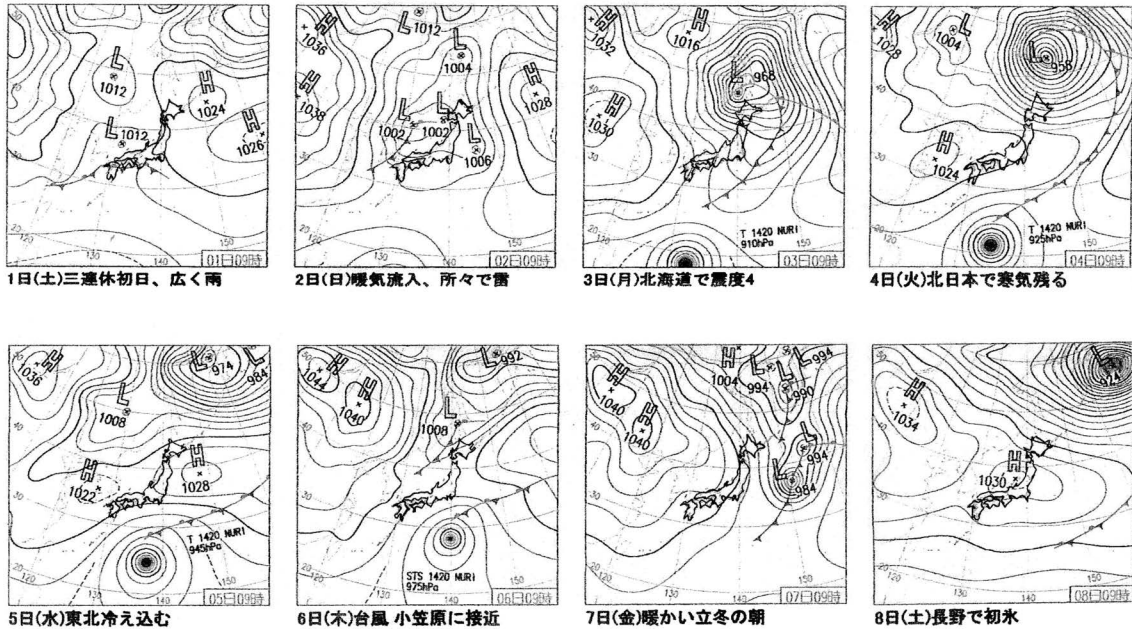


Figure 2. Weather maps at nine o'clock on 1–8 of November, 2014 on the broad area surrounding Japan (Japan Meteorological Agency).

Table 1. Daily variations of meteorological elements at nine o'clock in Urakawa Amedas Station and wind conditions at Cape Erimo (Nov. 1–10, 2014).

2014	Air Temperature			Air Pressure	Wind		Wind at the Cape Erimo	
	09 h	Max	Min	(hPa)	Dir. (16)	Vel. (m/s)	Dir. (16)	Max Vel. (m/s)
Nov. 1	13.8	15.3	7.9	1016.9	E	3	NE	12.0
Nov. 2	14.9	15.9	13.0	1001.0	E	4	NE	9.3
Nov. 3	9.9	15.3	9.9	989.3	W	18	WSW	29.4
Nov. 4	6.7	9.9	3.3	1004.1	WNW	12	W	28.0
Nov. 5	12.5	13.8	8.4	1019.3	N	2	W	17.0
Nov. 6	13.1	15.3	8.0	1013.7	W	2	WSW	10.5
Nov. 7	5.6	10.9	4.8	1008.1	WNW	9	WNW	21.7
Nov. 8	8.2	11.0	3.3	1019.4	NW	5	W	19.8
Nov. 9	10.5	11.3	6.4	1018.0	NW	4	W	14.3
Nov. 10	11.1	13.5	8.5	1007.3	SSW	2	WSW	17.2

の冬一番に次いで冬二番の暴風が吹いた。

浦河アメダスによる3時間ごとの気圧と風向・風力によると、11月2日24時に最低気圧(986.3 hPa)を記録した後、前線の通過に伴って風向が逆転して3日03時には $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上の強い西風となり、その後4日の18時頃まで約40時間に亘り西寄りの強風($10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上)が連吹し、3日12時頃のピーク時には $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ を超えた(Table 2)。5日には移動性高気圧圏に入ったため、気圧は1019 hPaに上昇した。5日以降もほぼ西寄りの風が続いたが、比較的弱かった。

浦河の気温は11月3日早朝の前線通過に伴い降温し、4

日の日最低気温は 3.3°C となった。以後、7–8日の冬型気圧配置下で再び $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$ 台へ降温した。日最高気温は概して高く $10\text{--}16^{\circ}\text{C}$ であった(Table 1)。

(3) 日高沿岸域における水温経過

① 道南海域を中心とする水温分布

11月1日：襟裳岬西側の道南海域では、 14°C 以上の 18°C 台を核とする津軽暖流水が卓越していた。一方東側の道東海域では、 12°C 以下の親潮系冷水が南下し、岬の南方には強い水温前線が形成されていた。襟裳岬から約42海里的日高沿岸域の水温は、 $10\text{--}12^{\circ}\text{C}$ 台を示した(Fig. 3上)。

11月4日：津軽暖流水が衰退しはじめたのに対して、親潮

Table 2. Three-hour time series of meteorological elements at Urakawa Amedas Station from Nov. 2–4, 2014.

2014	Air Pressure		Wind	
	(hPa)	Dir. (16)	Velocity (m/s)	
Nov. 2 : 24 h	986.3	SE	7	
Nov. 3 : 03 h	986.8	W	12	
Nov. 3 : 06 h	988.3	W	15	
Nov. 3 : 09 h	989.3	W	18	
Nov. 3 : 12 h	990.5	W	21	
Nov. 3 : 15 h	991.7	W	16	
Nov. 3 : 18 h	993.3	W	15	
Nov. 3 : 21 h	995.2	W	19	
Nov. 3 : 24 h	996.6	W	15	
Nov. 4 : 03 h	997.9	W	16	
Nov. 4 : 06 h	1000.7	W	19	
Nov. 4 : 09 h	1004.1	WNW	12	
Nov. 4 : 12 h	1005.1	W	17	
Nov. 4 : 15 h	1008.0	W	14	
Nov. 4 : 18 h	1012.3	W	10	

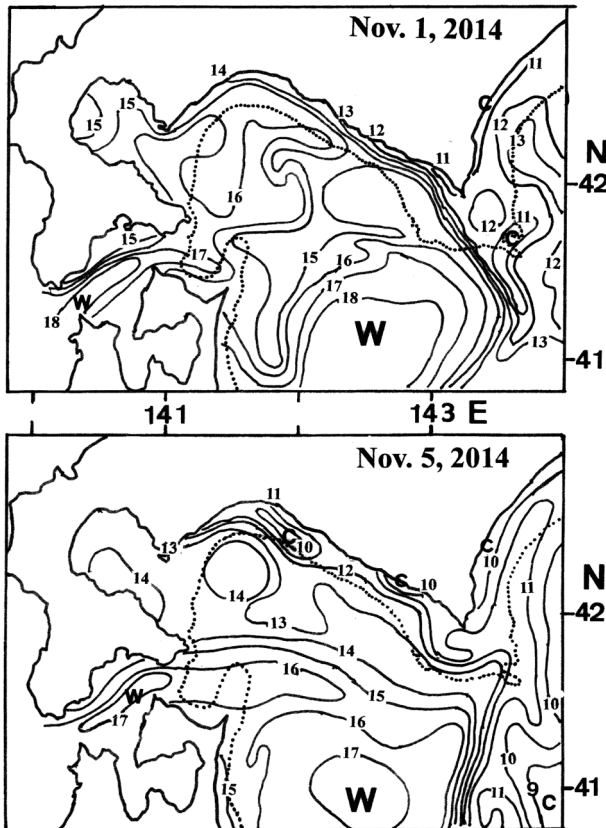


Figure 3. Surface water temperature in the Donan area and its surrounding waters on 1 (upper) and 5 (lower) of November, 2014. Dotted line exhibits iso-depth line of 200 m. The figures transferred from the daily SST map produced by JAFIC are partly reformed.

系冷水は南下傾向を示し、拡大した。日高沿岸の低温域は縮小後退して、11–12°C台とやや昇温した。

11月5日：津軽暖流水は明白な衰退傾向を示し、その中心水温は17°C台と降温した。一方、親潮系冷水はより南下して発達傾向を示し、9°C台の低温域も出現した。日高沿岸の13°C以下の低温域は室蘭付近まで達し、その幅は200 m等深線を超えて最も広がり、9°C台の低温域が鶴川沖と浦河沿岸域に出現した (Fig. 3下)。

11月6日：津軽暖流水の衰退と親潮系冷水の発達には強まる傾向を示し、9°C台の冷水域はやや縮小した。日高沿岸の13°C以下の低温域はやや縮小したが、9°C台水帯は発達して西進傾向を示し、その先端は噴火湾奥の静狩付近まで達した。

11月7日：津軽暖流水の中心水温は18°C台に復したが、親潮系冷水の9°C水帯が消失した。日高沿岸の13°C以下の低温域の幅は縮小し、噴火湾の低温域は消え、2ヶ所の9°C水帯は10°C台に昇温した。

11月8日：津軽暖流水は縮小し、中心水温が17°C台となったが、親潮系冷水は再び10°C以下(局地的に、8°C台)の水帯が出現した。日高沿岸の13°C以下の低温域は7日より幅を再び拡大し、かつ9°C台に降温して静内付近では8°C水帯も出現した。

②えりも港と室蘭沖の定地水温

10月1日–11月30日のえりも港 (Fig. 4) と室蘭沖 (Fig. 5) における毎日水温によると、この61日間の季節過程は、前者で16.5°C→7.8°C、後者では16.9°C→10.4°Cと降り、10日当たり1.5°Cと1.1°C降温した。5日移動平均水温と実測毎日水温との偏差は、両定地とも同様に10月26日–11月17日に目立った変動を示した。

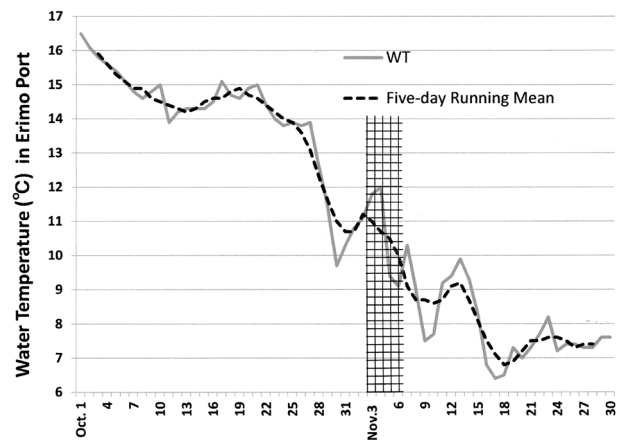


Figure 4. Water temperature in the Erimo Port at ten o'clock from October to November of 2014 measured by Erimo-chou Center of Cultured Fishery. Solid line shows water temperature at 2 m deep, and dotted line shows five-day running means. The cross stripes show the period of a stranding and mortal phenomenon.

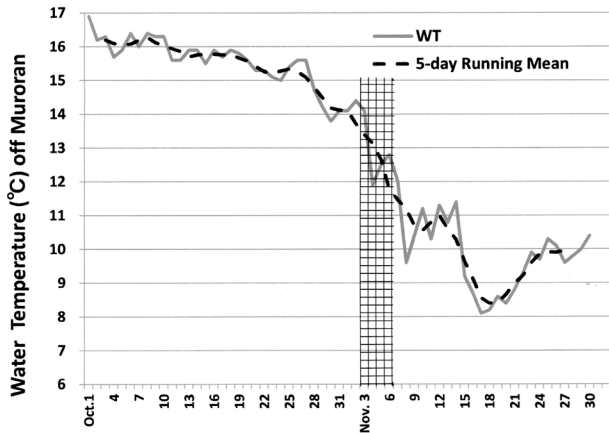


Figure 5. Water temperature off Murooran at seven o'clock from October to November of 2014 measured by the Mariculture Fisheries Research Institute of the Hokkaido Research Organization. Solid line shows water temperature at 11 m deep, and dotted line shows five-day running means. The cross stripes show the period of a stranding and mortal phenomenon.

この顕著な変動期間とその後における正偏差（えりも港／室蘭沖）は、10月26–28日／25–27日、11月2–4日／1–3日、11月7–8日／6–7日、11月11–15日／10・12–14日、11月19日／同、11月22–23日／同に出現した。よって、両定地の正偏差は概して同期的な出現傾向を示したが、顕著変動期間におけるえりも港の正偏差は室蘭沖のそれよりも約1日遅くなる傾向を示した。

一方、負偏差（えりも港／室蘭沖）は、10月29–31日／28–31日、11月5–6日／4–5日、11月9–10日／8–9・11日、11月16–18日／15–18日、11月20–21日／同に出現し、えりも港の負偏差は正偏差と同様に室蘭沖のそれよりも1日遅れる傾向を示した。これは、北西季節風の吹出し後、室蘭沖では1日、えりも港では2日後に降温することを意味している。よって、当該海域ではない両定地でも沿岸低温水の影響が発現しており、その原因としてえりも港では吹送流が、また室蘭沖では随伴して生じた日高沿岸低温水の移流が影響していると考察された。なお、10月26日–11月17日における両定地水温の最大偏差は、えりも港で13.9°C（10月27日）→6.4°C（11月17日）、室蘭沖では15.6°C（10月26日）→8.1°C（11月17日）であり、それぞれ10日当り3.4°Cと3.3°C降温した。よって、両定地の降温割合は季節過程よりも、えりも港で2.3倍、室蘭沖では3.0倍と大きく、湧昇低温化現象が降温の季節過程を促進することが明らかになった。

(4) 2014年の事例のまとめ

日高地方では、11月3日03時–4日18時（約40時間）に10 m・s⁻¹以上の西寄りの強風が連吹した結果、日高沿岸域の表層水が4日以降5日をピークとして約2–3°C降温して9°C台、一時的に8°C台となった。当海域におけるマイ

ワシの季節回遊パターンから類推すると、道東海域から津軽海峡方面へ道南海域の表層を回遊中であったマイワシ群が5日を中心として出現した10°C以下冷水に遮られ、海岸や港に追いこまれたため、3日に鵜川で始まり、順次南東方向へ移り、4日に春立、そして5日には浦河で発生した漂着・打ち上げ・斃死現象を引き起こしたと考えられる。

1933年11月におけるマイワシ漂着・斃死の事例

(1) 現象の経過（倉上，1933；倉上・川名，1934）

11月3日に幌泉村（現えりも町、襟裳岬から14 km位）と浦河町でマイワシ群が初見された後、4日夜–5日に再び浦河町の東防波堤へ群来し、住民はタモ網で捕獲した。5日には、荻伏村（浦河町と三石村との中間）に小群が打ち寄せられた。7日になると、幌泉村沖合一帯に群来し西方に去った魚群の一部（約18トン）が、海岸へ打ち上げられた。8日16時頃–9日夕の三石本村では、生きたままで海岸へ打ち上がり、港内に入り込んだ一部は水面に頭を出して喘ぐ状況を呈した。この魚群は西方へ移動して、10日には捩別村春立の海岸約1.5 kmに亘って中羽（約18 cm全長）の大群が漂着・打ち上げられ、高さ1.5–2 m、幅1.5–15 mに積み重なった。さらに、11日早朝には様似村の海岸にも打ち寄せられ、約100函の魚が拾得された。

春立海岸では、餌を求める水禽・鳥類が群翔して、壮観を極める光景を呈した。マイワシの他に、さけ（シロザケ）・かれい・あぶらこ（アイナメ）・たこ（ミズダコ）・バフンウニ（エゾバフンウニ）・ムラサキウニ（キタムラサキウニ）などが打ち上がり、かれいとあぶらこなどは18日以降も水面を漂っていた*1。

三石・春立・捩別等の馬車追業者約300台は、10–12日に昼夜兼行で春立海岸の漂着物を運搬し、イワシ粕を三石（2000玉）と静内（3500玉）で製造し、その他は自家用魚肥とした。回収量は総じて、2万石（約36,000トン）と推定された。マイワシの堆積は13日の一時的な時化によって流失したが、腐敗していたために沿岸から3–4海里では魚油その他の残渣が浮遊し、かつ油膜のため波立たず、臭気が鼻を突く状況を呈した。

(2) 漁業への影響

①たら漁：10月31日–11月5日には大漁であったが、9日以降不漁となり、10日には皆無となり、18日まで続いた。

②たこ漁：11月上旬にはかなりの好漁であったが、9日以降の漁は皆無となった。

③いわし漁：昭和13年当時の日高管内におけるマイワシ漁獲量は多く、主に夏・秋季に漁獲されていた。10月28日、道東海域から日高沿岸を経て噴火湾・津軽海峡へ回遊中であった大群が庶野～様似沖の襟裳岬近海にみられ、まぐる群が付随し、シャチの群遊もみられた。なお、当時のまぐる（クロマグロ）漁は盛況であった。

*1 括弧内に筆者が和名を記した。

(3) 襟裳岬灯台水温 (3日毎) の経過

10月の水温は平年並みに推移していたが、10月31日(9.0°C)は28日(13.0°C)から4°C降温し、その後11月3日(10.3°C)、6日(10.7°C)とやや回復した。9日(6.0°C)の水温は6日より4°C以上急降し、12日(6.0°C)まで持続した後、15日(8.1°C)、18日(8.5°C)とやや復した。11月19日、表層100mの水温は平年並に戻った。

(4) 浦河測候所の気象経過

① 天気概況

11月1日の本邦は移動性高気圧に覆われ、沿海州には低気圧があって、天気は下り坂である。2日、大陸の低気圧は発達しつつサハリン西方の日本海へ達し、本邦は気圧の谷に入る。3日、オホーツク海に入った低気圧(976 hPa)はさらに発達する一方、高気圧が大陸から張り出し3日には西高東低の気圧配置になったため、北日本を主に北西の強風が吹き、北海道はこの年初の大暴風雪(冬一番)となる。4日の本邦は移動性高気圧圏にあって風は弱まり、5日には早くも高気圧の後面に入る。6日には日本海と四国沖に発達中の2つ玉低気圧があり、全国的に雨だったが、大陸の高気圧との間の気圧傾度が強まり始める。7日、低気圧はサハリン北部で976 hPaと発達し、北日本は西寄りの暴風雪となる。8日の本邦は移動性高気圧圏に入るが、発達した低気圧が依然オホーツク海にあり、北海道は北西風が続く。

② 浦河の気象

11月1日の弱い北北西風は2日02時頃から12 m・s⁻¹の南西風となり、以後3日22時まで10 m・s⁻¹以上の北西風が約44時間連吹し、うち2日18時-3日06時(約12時間)には20 m・s⁻¹以上の暴風となった(Table 3, 4)。4日の風は

弱まり、5-6日午前の東寄りの風は、6日14時頃から西寄りの風(10.2 m・s⁻¹)に逆転し、18時に最低気圧(992 hPa)を示した後に北西風が強まり、7日02時-8日02時(約24時間)には20 m・s⁻¹を超え、8日10時には一時的に30 m・s⁻¹を記録した。以後、8日14時まで(約48時間)10 m・s⁻¹以上の風が吹き荒れた。以後、移動性高気圧圏にあった9-10日の弱い北風から、気圧の谷に入った11-12日の弱い東風になり、13日には一時的にやや強い西北西風が吹いた。

11月上旬の日最低気温は、3・7日の西北西の吹き出しの時は氷点下になり、平均1.9°Cであった(Table 3)。一方、日最高気温の平均は10.2°Cで、10°C以上の日が多く、季節風が吹くと4-8°Cに降温した。

Table 4. Four-hour time series of meteorological elements at Urakawa Weather Station from Nov. 2-4 and 6-8, 2014.

1933	Air Pressure		Wind	
	(hPa)	Dir. (16)	Vel. (m/s)	
Nov. 2 : 02 h	1003.9	SW	12.0	
Nov. 2 : 06 h	1000.5	SW	10.6	
Nov. 2 : 10 h	996.7	WSW	9.0	
Nov. 2 : 14 h	994.0	NW	11.6	
Nov. 2 : 18 h	988.3	WNW	20.0	
Nov. 2 : 22 h	995.2	WNW	22.0	
Nov. 3 : 02 h	996.4	WNW	19.1	
Nov. 3 : 06 h	998.1	WNW	22.3	
Nov. 3 : 10 h	1001.9	WNW	19.3	
Nov. 3 : 14 h	1001.9	WNW	17.0	
Nov. 3 : 18 h	1006.1	NW	6.4	
Nov. 3 : 22 h	1007.7	NW	11.3	
Nov. 4 : 02 h	1010.7	NNW	6.7	
Nov. 4 : 06 h	1012.9	NW	7.5	
Nov. 6 : 02 h	1013.2	ENE	4.1	
Nov. 6 : 06 h	1008.0	ENE	4.0	
Nov. 6 : 10 h	1001.2	ESE	9.9	
Nov. 6 : 14 h	993.3	SSW	10.2	
Nov. 6 : 18 h	992.1	WNW	10.9	
Nov. 6 : 22 h	995.6	WNW	10.9	
Nov. 7 : 02 h	997.5	WNW	22.8	
Nov. 7 : 06 h	998.8	WNW	26.4	
Nov. 7 : 10 h	999.2	WSW	30.2	
Nov. 7 : 14 h	999.6	WSW	28.8	
Nov. 7 : 18 h	1002.4	W	27.9	
Nov. 7 : 22 h	1002.8	WNW	23.7	
Nov. 8 : 02 h	1003.9	WNW	24.9	
Nov. 8 : 06 h	1006.7	NW	11.3	
Nov. 8 : 10 h	1014.0	WNW	14.9	
Nov. 8 : 14 h	1015.3	WNW	15.3	
Nov. 8 : 18 h	1017.2	NNW	5.1	
Nov. 8 : 22 h	1020.3	NNW	4.9	

Table 3. Daily meteorological elements at six o'clock in Urakawa Weather Station from Nov. 1-13, 1933.

1933	Air Temperature			Air Pressure (hPa)	Wind	
	06 h	Max	Min		Dir. (16)	Vel. (m/s)
Nov. 1	7.0	13.8	4.9	1022.7	NNW	4.8
Nov. 2	12.2	14.6	2.0	1004.5	SW	10.6
Nov. 3	2.9	4.5	-0.5	1002.1	WNW	22.3
Nov. 4	3.5	8.7	1.6	1017.1	NW	7.5
Nov. 5	4.9	14.4	2.5	1020.8	NE	2.9
Nov. 6	8.2	14.2	3.0	1012.0	ENE	4.0
Nov. 7	1.3	4.3	-0.5	1002.9	WNW	26.4
Nov. 8	2.7	5.8	0.7	1014.8	NW	11.3
Nov. 9	4.4	11.0	2.0	1025.3	N	5.3
Nov. 10	5.9	10.9	3.5	1027.2	N	4.1
Nov. 11	8.1	11.9	3.9	1027.7	E	4.8
Nov. 12	11.5	14.4	9.8	1018.3	E	7.3
Nov. 13	6.6	10.3	2.3	1021.5	WNW	8.5

(5) 1933年の事例のまとめ

西寄りの暴風は2回吹いた。最初は、11月2日02時-3日22時(約44時間)に西寄りの強風($10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上)が連吹し、うち約12時間は $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上の暴風雨であった。この暴風時の襟裳岬水温はやや昇温したが、日高沿岸域では降温したと推定されるので、3日の浦河町と幌泉村におけるマイワシ群の初見となり、4-5日の浦河町への群来と5日にその一部が荻伏村海岸に打ち上がった現象に連動すると考えられる。

次に、さらに強い西寄りの強風($10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上)が6日14時-8日14時(約48時間)に連吹し、うち約24時間は $20\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上の暴風であった。このため、襟裳岬水温は6日(10.7°C)以降7-8日に急降下したと推定されるので、マイワシが7日に幌泉村沖合に群来し西方に去ったことと、その一部が海岸に打ち上がったこと、さらに9日には三石村に生きたまま打ち寄せられ、港に入った現象に連動すると考えられる。その後、11日に様似村へ打ち寄せられ、12日には春立村に大量のマイワシが漂着・斃死した。この間に6日より 4°C 以上も降温した襟裳岬水温は、9・12日に 6°C 台、15・18日に 8°C 台とほぼ持続したことから推して、日高沿岸域もより低温な状況を持続したであろう。この 10°C 以下の冷水の出現と持続が、マイワシの斃死現象および9日以降のたら漁とたこ漁の不漁を惹起したと推定される。

7日頃から日高沿岸域に発生した急激な水温低下に伴って、表層魚のマイワシ・シロザケのほか、底魚のかれい類・アイナメ・ミズダコ、海岸動物のエゾバフンウニ・キタムラサキウニ等の多種類の打ち上げ・斃死現象が生じたことは注目に値することであり、低水温の下層冷水が海底を這い上がったことを示唆している。

1906年11月におけるカタクチイワシ漂着・打ち上げの事例
倉上・川名(1934)によると、11月3日に浦河町以東の海岸にカタクチイワシが打ち上げられ、ブリ・まぐろ(クロマグロ)・さけ(シロザケ)・たこ(ミズダコ)なども漂着した。当時の天候は暴風雪であった*2。

(1) 明治39年11月1-6日の天気概況

天気図から、特に北海道の気圧配置と風の状況に着目して略述した。

11月1日、発達中の低気圧が北海道南東沖とオホーツク海にあり、北海道西岸では北西の強風が吹き始め、午後には、低気圧が日本海の元山沖に発生したため、西高東低の気圧配置は一時的に緩むが、北日本では強い北西風が続く。夜半には、低気圧がウラジオストック付近で発達し、大陸の高気圧との間に等圧線が混み始める。2日、日本海北部と南部にある発達中の低気圧と高気圧との間に気圧傾度が高まり、朝鮮半島付近で強い北西風が吹き、日本海南

部でも雨風が強い。北海道では気温が急降して霜をみる。午後には宗谷海峡西方と津軽海峡の東方に移動した低気圧が、夜半にはオホーツク海で一層発達する。一方、高気圧は日本西部へ張り出して本邦付近の気圧傾度が高まったため、北日本は南西の風雨激しく、雪となる。3日、高気圧の中心は黄海～東シナ海に、発達した低気圧がオホーツク海にある冬型の気圧配置で、全国的に北西風が強く、北海道と東北地方は一日中西寄りの暴風雪が持続する。4日の東北日本海沿岸と北海道では、オホーツク海にある低気圧のため、強い西風が続く。5日も冬型の気圧配置が続き、本邦は一日北西風が吹き荒れ、6日には西日本を中心に気圧傾度が緩むが、北日本を中心に強い西風が一日中残る。

以上をまとめると、日高沿岸では、11月2日午後から南西風が強まり、3-6日には冬型の気圧配置となり、西寄りの暴風雪が3日以上吹き荒れたため、3日の漂着・打ち上げ現象を惹起したと推定される。

考察

3回の漂着・斃死現象は奇しくも11月上旬の同じ時期と場所に発生した。今回と1933年の事例では、西寄りの季節風および急激な水温低下による冷水(10°C 以下)の出現、そして3例に共通して西寄りの季節風がこの現象に関与していることが明らかになった。なお、日高沿岸域における水温データのない1906年の事例でも、今回の事例と同様に水温の急降による冷水が出現したと類推されるので、主原因は北西季節風の連吹と随伴する沿岸湧昇による 10°C 以下の冷水の出現とみなせる。

水温低下の原因として、親潮系冷水の水平移流(倉上、1933)および下層冷水の上昇(倉上・川名、1934)がある。今回の水温分布の日変化を見ると、顕著な親潮系冷水の流入は認められなかった。よって、大気・海洋過程として、北西季節風の連吹によって下層冷水が上昇して表層水温の急降下をもたらし、 10°C 以下の表層水が表層を回遊中のマイワシ・カタクチイワシ群を遮り、また下層冷水の陸棚の這い上りによって底魚類・たこ類・うに類等の海底依存動物も海岸に追いやられ、打ち上げたと考えられる。

日高沿岸域における低温化過程とその機構

表層水の低温化の機構として、北西季節風の連吹によって海岸線に平行する大陸棚上を南東向きのエクマン吹送流が発生し、コリオリの力(地球自転の力)による沖出し流(エクマン輸送)を派生し、沿岸域の水位低下を補うため大陸棚縁辺(110-130 m等深線)沿いに下層冷水が上昇する沿岸湧昇を惹起したと考察できる。この結果、下層冷水は大陸棚縁辺から陸棚を這い上がり、沿岸から接岸域へ達したため、表層水が著しく低温化したと考えられる。この下層冷水の這い上がり現象は、最も低温化が顕著で、かつ沿岸湧昇の規模が大きかったと推定される1933年の事例において、表層回遊魚以外に底魚類・たこ類・うに類の打ち上

*2 括弧内に筆者が和名を記した。打上量の記載はなかった。

げ・斃死現象が生じたことから支持される。

3事例共通して11月上旬に発生した理由

①気象

一般に、冬季の到来を示す北西季節風の吹き出し（冬一番）は北日本（北海道・東北地方）を中心として10月下旬-11月上旬に生じる。この気象の季節過程は例年生じる現象で、時期は多少年変動する。冬一番以降の断続的な季節風の来襲によって、沿岸域から水温低下の季節過程が促進し、いわゆる冬の海へと移行する。

②海況

北西から南東方向へ延びる長い海岸線をもつ日高沿岸域では、北西季節風が連吹すると、地形性沿岸湧昇の発生によって大陸棚の沿岸水から低温化する。この大気・海洋過程は当海域の「海の冬明け」といえ、同時に道南海域に卓越していた津軽暖流水が衰退、逆に道東海域の親潮系冷水が発達を始めるきっかけとなる現象でもある。また、日高沿岸水温の季節過程において、マイワシの水温耐性下限である10℃以下に低下する時期が11月上旬であることを示している。

③マイワシ資源

マイワシ資源は太平洋系群の2010年卓越年級の発生以後、着実に増加し、2011年以降に回遊群が道東海域に来遊した。この結果、まき網漁（7-9月）が始まり、2011年に1,990トン、2012年に6,300トン、2013年に17,700トン、2014年に38,900トンを漁獲した。別に、2008-2012年の漁獲統計（北海道水産現勢：北海道庁発行）によると、定置網を主とする日高支庁のマイワシの年間漁獲量は2トン以下と少なく、日高沿岸の漁期は主に10-12月にあった。

以上のことから、9-11月の道東海域に集群していたマイワシは順次回遊をはじめ、当初は襟裳岬から津軽暖流水の縁辺潮境域を三陸沿岸へ南下回遊するが、津軽暖流水の衰退に伴って、魚群の一部が日高沿岸水との潮境域を西方の津軽海峡へ回遊すると推定される。1933年の事例ではこのようなマイワシ群の移動が事前に確認されていた。よって、3事例とも魚群の一部が日高沿岸域を西へ回遊中であつたと推定される。

マイワシの水温耐性

一般に、マイワシの分布水温は10-23℃にあり（近藤, 1988）、南下回遊群は14-15℃の沿岸水と黒潮・津軽暖流・親潮との混合水帯を主な分布域としている（伊東, 1991）。よって、本種の生息下限水温は10℃位にあると考えられる。今回と1933年のマイワシの事例では、沿岸湧昇による10℃以下冷水の急激な出現のため、日高沿岸域の表層を西向回遊中の魚群が遮られ、より深層には冷水があるので沈降逃避できず、冷水帯からより沿岸の表層へ逃避した後、接岸域に及んだ冷水を避けてさらに海岸や港へ

寄せられ、終に打ち上り、斃死したと考えられる。

なお、同様な大規模なマイワシの斃死現象は、大正12年（1923）10月24日に朝鮮咸鏡北道の城津港付近でも発生した（中井, 1939）。この原因は、10月20-21日と22-23日に発達中の低気圧が相次いで渤海から朝鮮北部・ウラジオストック付近を経てオホーツク海へ通過した後、下層冷水の上昇と寒波によって急降した水温（舞水端灯台では、14℃台→6℃台）がマイワシの生理的障害を惹起し、斃死したと説明された。この現象も、南寄りの強風の連吹による沿岸湧昇の発生と10℃以下の冷水の出現という同様な大気海洋過程の存在を示唆している。

3事例の比較

今回の事例はマイワシだけの現象であつたが、1933年の事例ではシロザケ・かれい類・アイナメなどが付加し、1906年の事例ではマイワシに代わってカタクチワシが捕捉され、ブリ・クロマグロなどが付加した。このことは、1906年頃はカタクチワシの資源水準の高い時代であつたことを示唆する。打ち上がった魚類・海産動物の種組成と打上量からみて、日高沿岸の打ち上げ現象を惹起した沿岸湧昇は、1933>1906>2014年の順に強かつたと推定される。

謝 辞

本稿のご校閲をいただいた、東京大学大学院農学生命科学研究科の山川 卓准教授に深謝致します。また、新聞情報や海況・水温情報を提供いただいた、漁業情報サービスセンターの高橋浩二氏と道東出張所長の森 泰雄氏、文献を収集いただいた、北海道網走水産試験場の浅見大樹博士、および貴重な定地水温情報を提供いただいた、北海道栽培水産試験場の佐々木正義調査研究部長および北海道栽培漁業公社襟裳事業所の芳賀恒介氏に謝意を表します。

引用文献

- 伊東祐方（1991）日本のマイワシ—その生活と資源—。「魚油とマイワシ」松下七郎編著、恒星社厚生閣、東京、191-255。
 近藤 恵一（1988）資源量高水準期における日本産マイワシの分布・移動について。東海区水産研究所研究報告、**124**, 1-33。
 倉上政幹（1933）日高沿岸に山なすイワシの漂着。北海之水産、**49**, 2-4。
 倉上政幹・川名 武（1934）日高沿岸いわし異常来遊調査。北海道水産試験場事業旬報、**299**, 270-272。
 村上 敬（1984）沿岸親潮の道南海域への流入。月刊海洋科学、**16**, 697-701。
 中井甚二郎（1939）朝鮮マイワシ資料の将来を豫測する為めの二三の資料、特に同漁業の濫觴となれる大正12年の大斃死現象と関東大震災、気象、海況との関係に就て。水産研究誌、**34** (4), 1-17。
 大谷清隆・村上 敬（1987）北海道沿岸の流動特性。月刊海洋科学、**19**, 13-20。