



Title	海岸段丘上における潮風中の塩分分布について
Author(s)	藤原, 滉一郎; FUJIWARA, K?ichir?; 梅島, 嗣郎 他
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 21(2), 453-464
Issue Date	1962-09
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/20810
Type	departmental bulletin paper
File Information	21(2)_P453-464.pdf



海岸段丘上における潮風中の 塩分分布について

藤原 滉一郎*
梅島 嗣郎**

On the Distribution of Wind-borne Salt
on the Coastal Terrace

By

Kōichirō FUJIWARA
Shirō UMEJIMA

目 次

まえがき	453
調査地と測定方法	454
結果と考察	455
1. 風速と空中塩分量	457
2. 汀線からの距りと空中塩分量	460
3. 地形と空中塩分量	462
ま と め	463
参 考 文 献	463
Summary	464

ま え が き

風のある日に汀線近くをみると、波頭が砕けるときに小さな霧塊が生じ、風によって陸の方に運ばれてゆくのをみることができる。つきつきとこのような白い塊が波の白く泡立つ上にできて地面をほうのように陸の方に進んでゆくが、100 mもゆけばだいにうすれ肉眼では認められなくなる。海から風が吹くときは絶えず塩分が陸地に運ばれていて、雨の少ない台風するときなどは、数10 kmの内陸に達して植物に被害を与えたり、送電線に附着してろう電をひきおこすことが知られている^{1,7,11)}。

* 北海道大学 農学部 理水砂防学教室 助手

** 長野県 林務部 技師

海岸附近の立地学的研究、とくに海岸林造成の基礎的研究のため、海岸附近における潮風中の塩分量を知ることが重要である。これまで合田、門田、池田、飯塚、三島氏等の研究があり、海岸地帯の空中塩分量は風向・風速などによって変動し、また海岸の地形等によっても影響されることが知られている^{2-5,10,12,13,15}。

これらの研究の殆んどは、海岸の平坦地あるいは砂丘地帯において、汀線より数100mの地域で空中塩分量の測定を行なっている。北海道の各地でみるように、防災林が海岸段丘上に造られているところでの潮風中の塩分分布を知るために、北海道檜山郡上ノ国村で、海岸段丘上に調査地を選び汀線から約2kmまでの範囲で測定を行なった。

この研究にあたり、前北海道大学演習林長今田敬一博士、北海道大学教授村井延雄博士の御指導をうけ、北海道大学演習林長宮脇恒教授の御援助をうけた。また現地の調査に際しては、檜山演習林元木源太郎助手の御協力をうけた。ここに厚く御礼を申し上げる。

調査地と測定方法

日本海に面し、冬期間西よりの風の強い北海道檜山郡上ノ国村大崎の海岸、通称八幡牧野と呼ばれている放牧兼採草地の西端に調査地を選んだ。この附近は汀線沿いの平地はなく、すぐ高さ20~30mの崖となり、この崖をあがると平坦地が約500m続いて、比高約20mの2回目の段丘に達する。そのあとは開析の進んでいない比較的起伏のゆるやかな丘陵地帯となっている。沢沿いの地を除き、樹木はカシワ(樹高1~2m)の疎林が部分的に残っているのみで草生地となっている。1948年頃より牧草地保護のため防風林が汀線より500~800m入った段丘上に造られているが、まだ効果を発揮するほど生育していない。

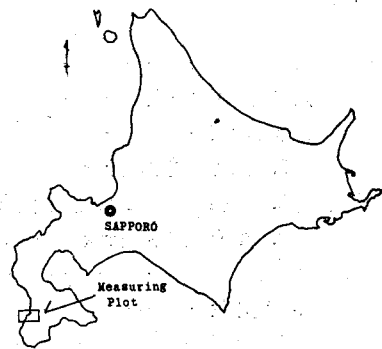


図1 調査地の位置

Fig. 1. Location of measuring plot.

ここに、ほぼ東西の方向にA,B二つの測定コースを設けた。Aコースは汀線より沢沿いに東に進み、約1,600mで谷頭に達するが、その後は、尾根沿いに汀線から2,400mの地点まで延長した。Bコースは、汀線より50m離れた崖の端から始まり、平坦地を横切って第2段丘面上に達するコースである。それぞれのコースに100~200mおきに測定点を設けた(図2)。

測定は、1959年12月と1960年12月に、測定線の方向の風、すなわち西風の吹く日に行なった。塩分は、木製枠(24×29cm)にガーゼを張り、それを地上約50cm(樹林地帯ではその梢端面より50cm上とした。)の高さにして、風の方向に直角に向けて一定時間(30

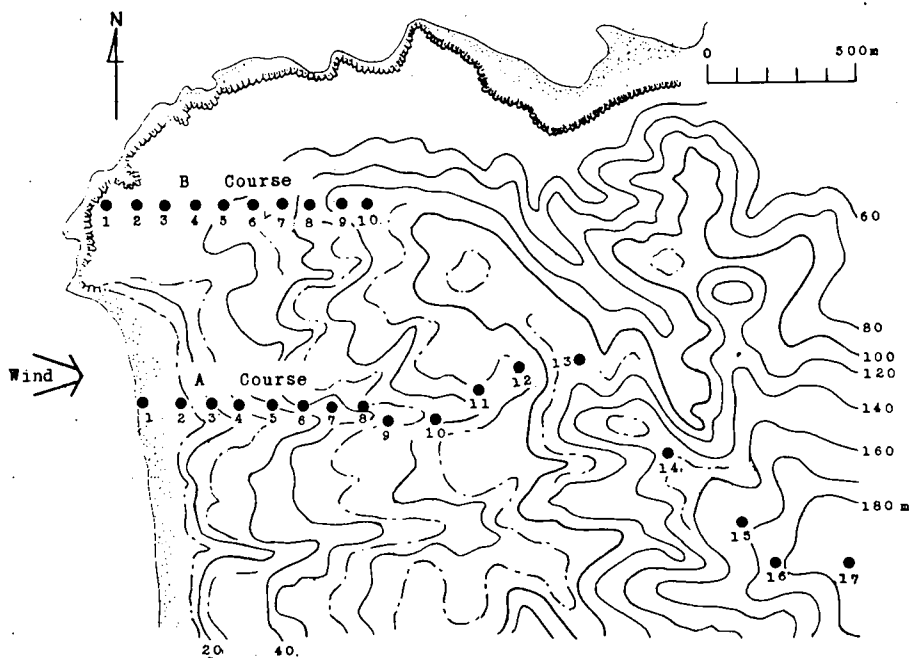


図2 測定地の地形図

Fig. 2. Topographic map of measuring stations.

～120分)露出する方法で捕えた。ガーゼによる空中塩分の捕捉率は、潮粒の大きさ、ガーゼ糸の太さ、糸の間隔をもとにして計算すると、低風速では少なく、2 m/sec以上の風速ではほぼ一定で約50%になるという^{4,15)}。したがって、ガーゼによる方法でも海岸附近の塩分の相対的分布を知るには支障ないと考えた。

露出を終ったガーゼはポリエチレンの袋にとり蒸留水100 ccを入れて、15～20分間振盪した後、浸出液を島津製作所製の塩素イオン測定器で塩素イオン量を求めた。ガーゼ1 m²につき露出時間1時間あたりの量に換算して附着塩素量 mg/m²/hrとして考察した^{5,15)}。

測定時に、積雪のあったときは、測点近くの表面(0～5 cm)の雪200～300 gをとり、融かして塩素イオン測定器で積雪中の塩素量を求めた。

風速の測定には携帯用小型ロビンソン風速計を用いた。風速測定を行なった測点は、A4, A8, A13, A16, B2, B9の各点である。ガーゼ露出中随時1～5分間毎に風速を読み、露出時間の平均風速と最大風速を求めた。

結果と考察

Aコースで10回、Bコースで5回の測定を行なった。Aコースの各測点における附着塩素量を表1に、Bコースのそれを表2に示した。

表 1 Aコースの各点における附着塩素量
Table 1. Amount of Cl caught at the stations on the A measuring course.

測点 Station	汀線からの距離 Distance from the coast-line (m)	附着塩素量 Amount of Cl caught (mg/m ² /hr)									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
A- 1	0	400	540	470	1,400	770	610	—	—	—	—
2	100	60	50	50	130	120	150	—	—	—	—
3	200	73	27	50	190	49	59	—	—	—	—
4	300	50	14	43	83	34	36	920	510	320	360
5	400	19	10	14	32	11	27	—	—	—	—
6	500	13	10	13	36	10	16	—	—	—	—
7	600	—	10	10	26	13	13	540	240	100	130
8	700	10	10	13	34	19	7	300	230	160	130
9	800	—	24	11	26	22	32	—	—	—	—
10	1,000	—	10	10	49	22	13	—	—	—	—
11	1,200	—	7	13	19	10	6	—	—	—	—
12	1,400	—	9	14	17	30	17	720	480	57	94
13	1,600	—	24	16	39	33	32	860	340	140	140
14	1,800	—	—	—	—	—	—	570	360	86	72
15	2,000	—	—	—	—	—	—	570	520	67	78
16	2,100	—	—	—	—	—	—	570	540	65	94
17	2,400	—	—	—	—	—	—	520	380	69	72
測定日 Date		1959 XII. 9	1959 XII. 10	1959 XII. 13	1959 XII. 13	1959 XII. 16	1959 XII. 17	1960 XII. 1	1960 XII. 1	1960 XII. 2	1960 XII. 2

表 2 Bコースの各点における附着塩素量
Table 2. Amount of Cl caught at the stations on the B measuring course.

測点 Station	汀線からの距離 Distance from the coast-line (m)	附着塩素量 Amount of Cl caught (mg/m ² /hr)				
		I	II	III	IV	V
B- 1	50	160	27	220	220	180
2	150	70	14	100	130	210
3	250	—	—	76	50	120
4	350	—	—	60	29	65
5	450	29	9	29	53	47
6	550	—	—	68	50	65
7	650	—	—	53	49	65
8	750	—	—	42	32	40
9	850	82	16	24	33	39
10	950	—	—	34	39	33
測定日 Date		1959 XII. 9	1959 XII. 10	1959 XII. 20	1959 XII. 20	1959 XII. 21

1. 風速と空中塩分量

風速を測定した6測点, A4, A8, A13, A16, B2, B9における附着塩素量を表3に示した。

表3 風速と附着塩素量
Table 3. Wind velocity and amount of Cl caught.

測点 (汀線からの距離) Station (Distance from the coast-line) (m)	測定番号 Measuring No.	風速 Wind velocity (m/sec)		附着塩素量 Amount of Cl caught (mg/m ² /hr)
		mean	max.	
A 4 (300 m)	II	3.2	3.3	14
	III	4.6	9.8	43
	IV	5.9	10.3	83
	V	6.2	8.0	34
	VI	7.0	12.6	36
	X	7.8	10.5	360
	VIII	11.3	13.8	510
A 8 (700 m)	VII	14.1	15.0	920
	III	1.7	2.8	13
	II	2.5	2.9	10
	V	2.7	5.6	19
	VI	2.8	6.0	7
A 13 (1,600 m)	IV	4.5	6.0	34
	II	3.6	10.7	24
	III	4.2	4.9	16
	IV	6.3	7.8	39
	VIII	10.1	15.4	400
A 16 (2,100 m)	VII	11.4	14.5	860
	IX	8.2	8.4	65
	VIII	8.7	8.7	520
B 2 (150 m)	VII	12.0	12.2	570
	II	1.1	3.5	14
	I	3.9	10.7	70
	IV	5.0	6.1	130
	III	7.2	9.5	100
B 9 (850 m)	V	8.7	14.2	210
	II	2.8	4.4	16
	IV	7.3	8.7	33
	III	8.2	10.8	24
	V	9.6	12.7	39

A 4点における最小の風速は 3.2 m/sec, その時の附着塩素量は 14 mg/m²/hr で, 最大は風速 14.1 m/sec のとき 920 mg/m²/hr となって, 後者は風速が 4.4 倍で塩素量は 66 倍になっている (図 3)。また B 2 点では, 風速 1.1 m/sec 附着塩素量 14 mg/m²/hr が最小値で最も大きいのは風速 8.7 m/sec (8 倍) 附着塩素量 210 mg/m²/hr (15 倍) である (図 5)。おおまかにみれば, 同一測点における附着塩素量は風速が大きいほど多くなっているが, 個々の測定値についてみるとバラツキがある。A 4 点の測定 VI と X, A 16 点の測定 XIII と IX のように風速がほとんど同じでも, 附着塩素量は約 10 倍の差がある。また, B の測定 III と IV は同じ日の午前と午後に測定したもので, 午前中 7.2 m/sec あった風速が午後には 5.0 m/sec に衰えているにもかかわらず, 附着塩素量は各測点とも同じような値であった。このようなことは, 空中塩分量は風速だけでなく, 測定時の波高などの影響も受けるため現われると考えられる。

測定例の多い A 4, A 13, B 2 測点の風速と附着塩素量を図 3 に示した。松平⁹⁾, 玉手氏等¹⁵⁾は, 附着塩素量は風速に比例して多くなると述べているが, ここでは単純な比例関係ではなく, 指数関数であらわされる関係に近い。もし汀線附近における空中塩素量が風速に関係なく一定で, ガーゼに附着する割合も風速によって差がなければ, 附着塩素量と風速の関係は一次式で示される関係となる。しかし, 風速は塩分を含む空気のガーゼ面の通過量だけでなく, 波高に影響し, 波頭を砕く要因であり, 空中塩分量には複雑な形で影響すると考えられる。

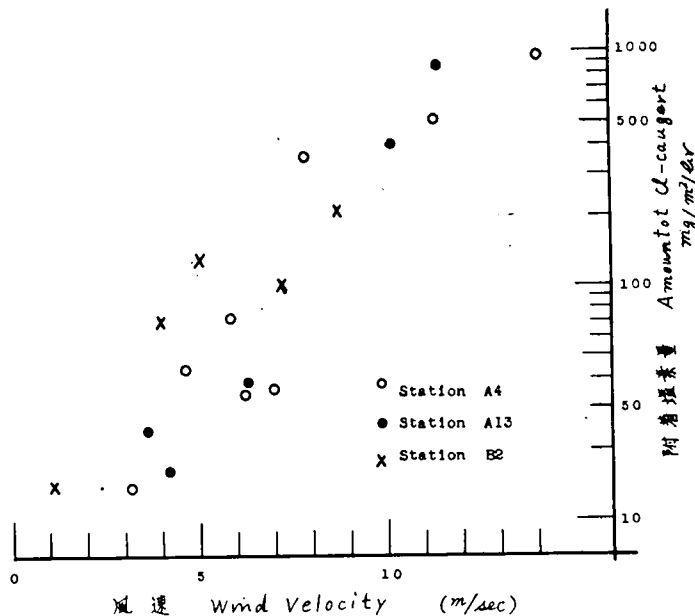


図 3 風速と附着塩素量の関係

Fig. 3. Relation of wind velocity and amount of Cl caught.

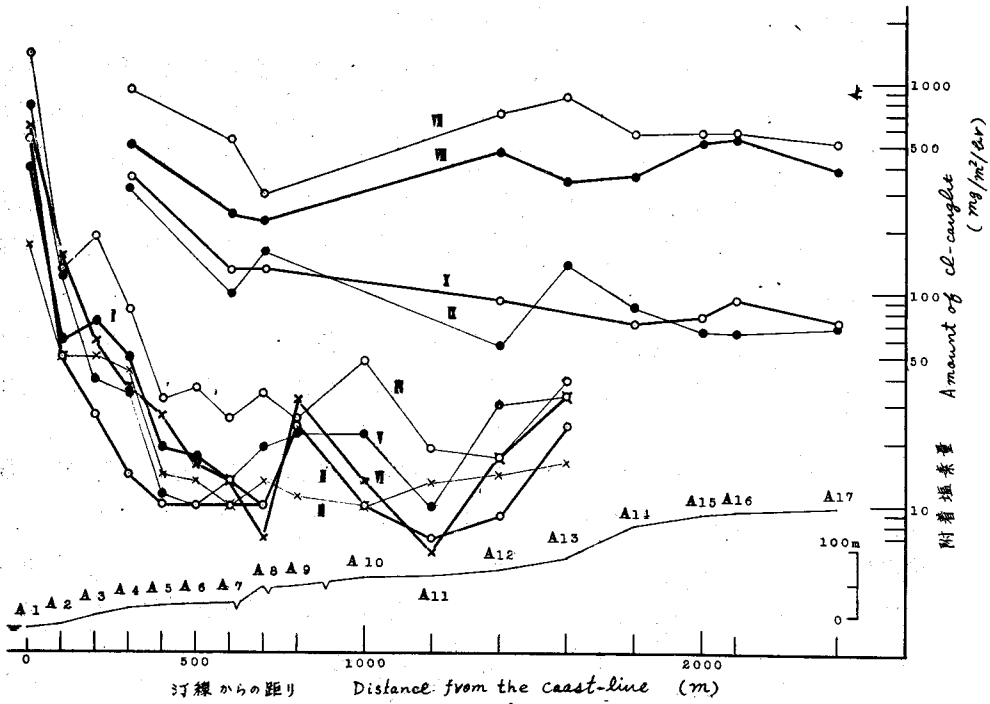


図4 Aコースの附着塩素量と縦断図

Fig. 4. Amount of Cl caught at the stations of A measuring course and diagrammatic profile.

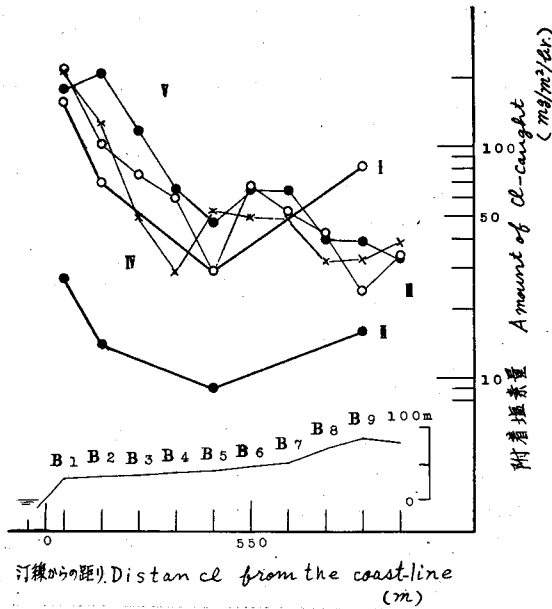


図5 Bコースの附着塩素量と縦断図

Fig. 5. Amount of Cl caught at the stations of B measuring course and diagrammatic profile.

2. 汀線からの距離と空中塩分量

空中塩分量は、汀線近くで最も多く、距離が増すにつれて減少する。汀線近くのA1点と100m離れたA2点での附着塩素量をくらべてみると、A2点ではA1点の1/5~1/10の量となっている。さらに400m離れたA4点では、A1点の1/20~1/50に減少する。図4,5に示すようにA, Bコースとも、汀線に近いところほど距離の増加にともなう附着塩素量の減少のしかたが急激で、汀線から400m以上のところではその減少の割合は非常にゆるやかになる。

各測点の測定値をその前後の測点の値とくらべると、各測定毎にかなりの変動が認められる。測定時間中の風向の変化が、その測点の地形上の位置と関連して現われたものと考えられる。

積雪中の塩分について測定した結果にも、距離との関係では同じような傾向が認められた(表4図5)。汀線近くでは100~300 mg/lで、500m附近では40~50 mg/lとなり、その後距離が増すにつれてゆるやかに減少し、1.2kmのところでは10~20 mg/lとなっている。降水中の塩分量は、そのときの気象条件でことなるが、神戸・浜松など海岸に近い

表4 積雪中の塩素量

Table 4. Amount of Cl in the snow drifts

測点 Station	汀線からの距離 Distance from the coast-line (m)	塩素量 Amount of Cl (mg/l)				
		—	—	—	—	—
A 1	0	—	240	—	—	—
2	100	320	140	210	—	—
3	200	140	45	49	—	—
4	300	170	27	30	—	12
5	400	53	37	50	—	—
6	500	37	28	13	—	—
7	600	49	18	—	—	17
8	700	37	14	40	—	15
9	800	40	18	—	—	—
10	1,000	50	20	60	—	—
11	1,200	37	18	20	—	—
12	1,400	18	18	—	14	40
13	1,600	37	11	15	—	60
14	1,800	—	—	35	7	15
15	2,000	—	—	—	110	—
16	2,100	—	—	40	25	20
17	2,400	—	—	10	50	30
測定日	Date	1959 XII. 9	1959 XII. 19	1960 XI. 30	1960 XII. 1	1960 XII. 2

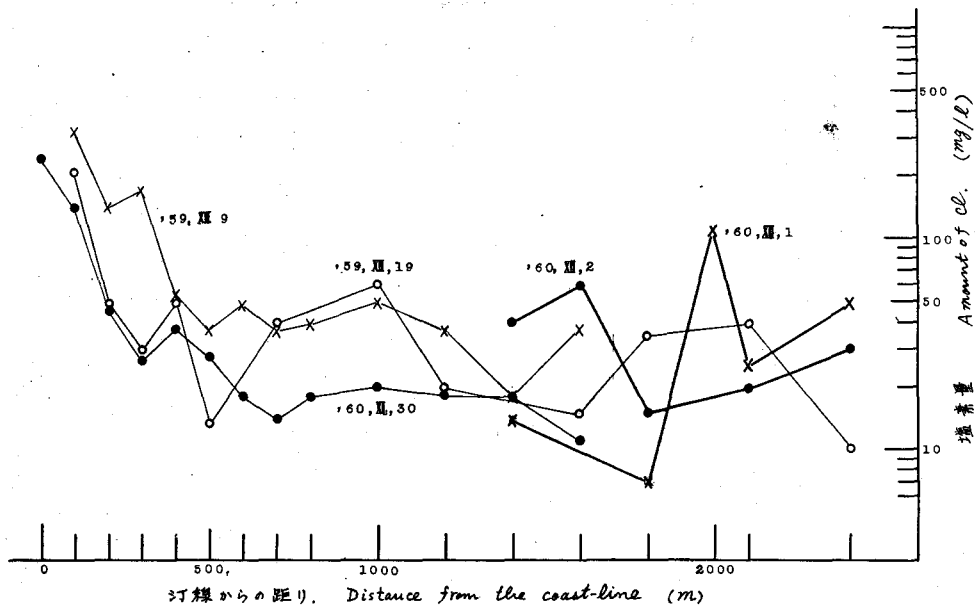


図 6 Aコースの積雪中の塩素量

Fig. 6. Amount of Cl in snow drifts at the stations of A course.

ところでは 20 mg/l, 長野では数 mg/l 含まれていることが知られている^{9,14}。この積雪中の塩分は、量の多いことと分布の形からみて、潮風中の塩分が落下したものが多くと考える。また積雪中の塩素量を深さ別に数点で測定したが、表面ほど多かった。

附着塩素量が、汀線から 400 m 位までの間は急速に減少し、それ以上離れたところではほぼ同じような分布を示すことは、塩分として風によって運ばれる水滴の大きさに関係が深いと考えられる。玉手氏等が秋田県由利郡西目村の海岸で風速 6.1 m/sec のとき、塩分水滴の大きさを測定し、その大部分は 15 μ 以下であって、汀線では 60~40 μ のものを含んでいても汀線から 40 μ の点では 15 μ 以上のものはみられなくなると報告している¹⁵。水滴の大きさの分布は、風速・波高などその時の条件でことなるであろうが、どの様な粒径の分布のときでも、ある大きさ以上の粒子は浮遊できずに急速に落下し、汀線から 400 m 位のところでは粒子が大きいために落下する量は非常に少なくなる。すなわち、空中塩分の濃度の減少は、汀線から 400 m 位までは拡散と大きな水滴粒子の落下によって、それ以上の地域では主として拡散によって減少するのではないかと考えた。汀線より比較的ゆるやかに高くなる A コースで、汀線 (A 1 点) と 100 m 離れた A 2 点の減少のしかたを求めてみた。表 5 に示すように風速の大きいほど、すなわち運ばれる時間の短いほど減少する割合が小さくなる傾向が認められたが、今後の研究で明らかにしたい。

表5 汀線からの距離による附着塩素量の減少と風速の関係

Table 5. Relation of decreasing rate of Cl amount by the distance it is transported to the wind velocity.

測定番号 Measuring No.	附着塩素量 Amount of Cl caught (mg/m ² /hr)			風速 Wind velocity
	A 1	A 2	A ₂ /A ₁ ×100	(m/sec)
I	400	60	15.0	—
II	540	50	9.3	3.2
III	470	50	13.5	4.6
IV	1,400	130	9.3	5.9
V	770	120	15.6	6.2
VI	610	150	24.0	7.0

3. 地形と空中塩分量

AコースとBコースの、汀線から400mまでの距離の増大ともなう附着塩素量の減少のしかたをくらべると、段丘面上のBコースより、汀線より沢沿いにしだいに高さを増すAコースの減少のしかたが急である。これはBコースでは海面上約30mまで昇った水滴が広く拡散しているのに対し、Aコースでは塩分を含む霧の塊が地面をほうよう斜面に接しながら運ばれてゆくため急に減少すると考えられる。

OOSTING氏は、砂丘地帯を横断する測線を設けて塩分を測定し、後砂丘の前面では前砂丘の前面について塩素量は多く、両砂丘の間低地帯よりも大きな値を得たと報告しているが¹²⁾、この調査でも同じようなことが認められた。

A8点は、東から延びている小尾根の西端で沢の分岐点に面し、沢を吹きあがる風が真正面にあたる場所である。この測点の附着塩素量をその前後で沢の中にあるA7、A9点にくらべてみると、表6に示すように、A7点より多いときが4回、少ないとき4回、同じときが2回あり、A9点より多いときが2回、少ないときが3回であって、測定II~VIの平均値は、A7点14、A8点17、A9点19 mg/m²/hrとなり、地形の影響は認められなかった。

表6 A7, A8, A9点における附着塩素量の比較

Table 6. Comparison of Cl amount at station A7, A8, A9.

測点 Station	附着塩素量 Amount of Cl caught (mg/m ² /hr)									平均値 Mean value	
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	II~VI	II~X
A 7	10	10	26	13	13	540	240	100	130	14	120
8	10	13	34	19	7	330	230	160	130	17	100
9	24	11	26	22	13	—	—	—	—	19	—

また、B9点は、東から西に延びる丘頂の西端で3方はなだらかな斜面になっている。この附着塩素量を西斜面の中腹にあるB8点、東側の丘頂にあるB10点とくらべてみると図5に示すように3点間の相違は認められない。

一方A13点は、Aコースに沿う沢の谷頭で、南から北に延びる尾根の陵線上にある。この点の附着塩素量を200m汀線に近い沢の中にあるA12点とくらべてみると、9回の測定中、VII測定を除きA13点が多く、II、IV、VI、IXの測定では約2倍の値になっている。

以上の3点の結果をまとめてみると、風が測方に流れるようなところでは、地形の高低による附着塩分量の相違は認められないが、風が収斂するような地形のところでは附着塩素量が多くなる。Bコースの測定でB6点、B7点が、より汀線に近いB5点よりも大きい値を示すことも、B6、B7点がなだらかに広がる丘のふもとに位置するためと考えられる。

ま と め

海岸段丘上で、潮風によって運ばれる空中塩分量の分布を知るために、北海道檜山郡上ノ国村の海岸に図2に示すような測定点を設け、ガーゼを木枠(24×29cm)に張り一定時間露出する方法で測定を行なった。

1) 空中塩分量は、風速が大きくなれば風速増加の割合よりも大きな割合で多くなる。しかし、前に強い風が吹いてまだ波の荒いときなど風速が小さくても塩分量の多いときもあった。

2) 汀線に近いところほど、汀線からの距離の増大にともなう空中塩分量の減少のしかたは急で、汀線から400m以上では非常にゆるやかに減少する。積雪表面に含まれる塩素量についても、同じような傾向が認められた。

3) 単なる地形の高低は、附着塩素量に影響を与えないが、潮風が収斂するようなところでは附着塩素量は多くなった。また、急な崖で汀線とさえぎられる段丘面上と、汀線より次第に高さを増す沢沿の地形で汀からの距離にともなう空中塩分量の減少のしかたをくらべると、前者の方がゆるやかな割合で減少する。

文 献 Reference

- 1) EDLIN, H. L.: Saltburn following a summer gale in south-east England, Quarterly Jour. Forest. **51**, 46~50, 1957.
- 2) 合田栄作: 銚子市附近における陸上に運れる塩分, 科学, **8**, 312~313, 1938.
- 3) 飯塚 肇・玉手三葉寿・高桑東作・佐藤 正: 雛形防風林試験報告(1) 防風林による海風中の塩分減少効果に関する研究, 林業試験場報告, **45**, 1~15, 1950.
- 4) 池田 茂: 海岸砂丘地帯における潮風及び土壌の塩分について, 第61回日本林学会大会講演集, 171~173, 1952.

- 5) 門田正也：海岸附近における潮風中の塩分分布について，日本林学会誌，**31-5**，145~148，1949.
- 6) 門田正也・田崎忠良：防潮林の生態学的研究(1)，東大立地自然科学研究所報告，**3**，38~51，1949.
- 7) 倉内一二：塩風害と海岸林，日本生態学会誌，**5-3**，123~127，1956.
- 8) 松平康男：室戸台風襲来日における潮風及び降水について，海と空，**14**，402~405，1934.
- 9) 松平康男：潮風について，海洋の科学，**3**，393~397，1943.
- 10) 三島 懋・石川政幸：天塩海岸防風林の周辺における風速の垂直分布及び空中塩分の測定，日本林学会北海道支部講演集，**1**，53~55，1952.
- 11) 仰木重蔵・坂口勝美・中野秀章・樫山徳治・岩川幹夫・藍野祐久・日塔正俊：伊勢湾台風下における三重・愛知両県下の海岸防災林の効果と森林の潮風害に関する調査報告，林業試験場報告，**127**，1~60，1961.
- 12) OOSTING, H. L. and BILLINGS, W. D.: Factors effecting vegetational zonation on coastal dune, *Ecology*, **23**, 131~142, 1942.
- 13) 末 勝海・谷田栄一：山形県海岸砂丘の塩分(1)，潤風および丘砂中の塩素量並びに砂丘林の松の葉稔果，樹皮に対する塩素附着量について，日本林学会東北支部会誌，**5**，62~64，1954.
- 14) 竹内丑雄：長野における降水中の塩化物量と上層を占める気団との関係，気象集誌，**27-2**，25~28，1949.
- 15) 玉手三葉寿・佐藤 正・樫山徳治・高橋亀久松：難形防風林試験報告(3) 防風林による海風中の塩分減少効果に関する研究(II)，林業試験場報告，**100**，55~82，1957.

Summary

This report deals with the actual state of the distribution of salt brought by the wind from the sea. The coastal terrace, on which this study was done, is situated in the Hiyama district of southwestern Hokkaido. As shown in Fig. 2, the stations for measurement of the amount of salt were established on two courses leading from the coast-line to the crest of the terrace. In order to catch salt, the authors used a sheet of cotton gauze set on a wooden frame of 24 cm×29 cm.

Results of the study are summarized as follows:

1) In general, the amount of chlorine (Cl) which was caught at each station varied every time the authors measured it and was considerably related with the wind velocity; furthermore, the rate of increased in amount Cl caught was larger than that of the wind velocity.

2) As one moves towards the coast-line, the increase of the amount of Cl caught was seen to be getting remarkable. The increasing rate of Cl caught at each station on B course was larger than that of Cl on A course. To the leeward at more than 400 m distance from the coast-line, the decreasing rate of amount of Cl caught did not become smaller in accordance with the increase of the distance from the coast-line. Furthermore, almost the same tendency was found on the distribution of the amount of Cl contained on the surface of snow drifts.

3) Considerably larger amount of salt was caught at station A 13 where the salty wind seemed to constringe, however, the amount of Cl which was caught at other higher stations A 8, B 9, B 10, was almost the same at that of Cl at the foot of the hill or on the bed of a brook.