

## 八郎潟干拓地の卓越風\*

—「八郎潟の自然史」展によせて—

佐々木 厚\*\*・照井紀 一\*\*

八郎潟干拓地は、男鹿半島の東部に位置する。この地域は、一般的には冬は西よりの風、夏は南よりの風が卓越するといわれている。しかし、地域全体についての詳しい卓越風向の分布は明らかにされていない。そこで、当館の「八郎潟の自然史」展(1987年11月15日～1988年2月29日)に関連した資料収集の一環として、この地域にみられる偏形樹を調査した。

すなわち、この研究は、偏形樹の調査によって詳しい卓越風向の分布を知り、さらに器械観測から得られた観測値と比較し<sup>1)2)3)</sup>、この地域の卓越風の実態をとらえようとしたものである。

### 調査地域

調査地域は、八郎潟干拓地を中心とする東西約23km、南北約27kmの日本海岸を含む範囲である。八郎潟干拓地は、標高が3m～5mの広大な平地になっており、そのほとんどは農耕地として利用されている。干拓地の北西と南西方向には、日本海岸に沿って砂丘が分布する。この地域においては、南西部に位置する寒風山(354.8m)が唯一の高峰である。

### 調査方法

偏形樹の調査は、1986年～1987年、5月～9月の間に14日間、88地点において行った。調査した樹種は、防災林として植栽されたクロマツとセイヨウハコヤナギ<sup>4)</sup>である。クロマツは特に日本海側で、セイヨウハコヤナギは八郎潟干拓地内で多くみられる。これらの偏形樹の一部には、枝が折れて欠けているものや、枯死しているものがあるが、全体としては幹が風下に傾いている型<sup>5)</sup>のものが多い(写真1～写真2)。この

ような偏形樹は、その地域の主風の影響が極めて大きいことが指摘されている<sup>5)</sup>。

卓越風向の推定は、幹が傾いている方向を基準とした。すなわち、幹が傾いている方向側へ行き、幹の傾きの角( $\theta$ )が最大になる方向の方位角(P)をシルバークンパスで測定し、方位角で示された方位の反対



写真1 クロマツの偏形樹(北西に面する日本海側の北部)

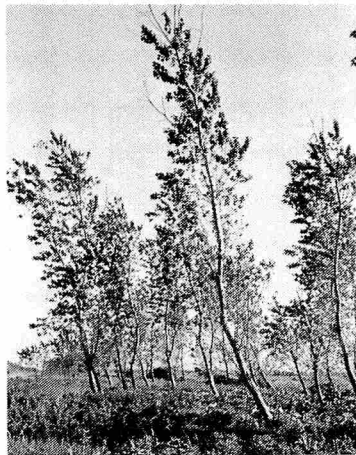


写真2 セイヨウハコヤナギの偏形樹(大潟村北部)

\*1987年11月29日、秋田地学教育学会研究発表会において発表したものを、一部修正・加筆した。

\*\*秋田県立博物館

方向を卓越風向とした(図1)。調査樹数は、1地点につき典型的なものを3本選び<sup>6)</sup>、分布図に記入する際は、それぞれ偏角の補正をしたのち、方位角(P)の平均値を求め、風向対応表<sup>7)</sup>を参考にして作成した表によって、16方位別の風向に表した。また分布図にはSANDSTRÖM.J.W.の方法<sup>8)</sup>を参考にして求めた流線も記入した。

卓越風の強さの推定は、次のようにした。すなわちクリノメーターを使用し、方位角(P)を測定したときと同じ偏形樹の3本の幹の直径(D)と幹の傾きの角( $\theta$ )のそれぞれの平均値を求めた(図2~図3)。幹の直径が樹令を示す目安と考え、これらの関係を調べた。その結果、ほとんど相関がなかった。そこで、

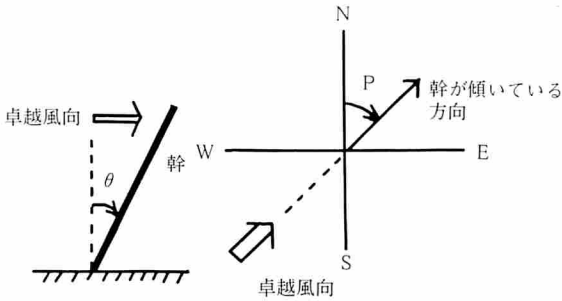


図1 卓越風向の推定

幹の傾き角( $\theta$ )が大きければ、樹種や樹令に関係なく、その地点の卓越風は強くなっているとみなし、卓越風の強さを幹の傾きの角( $\theta$ )で表した。分布図には、1地点につき3本の平均値を記入した。また幹の傾きの角( $\theta$ )を測定する際は、幹の曲がり considers, 図4に示した基準を設け、それにしたがった。

**卓越風向の分布**

偏形樹から得られた卓越風向の分布を図5に示す。全体として、WとSの成分をもった風が卓越しているが、次の3つに分類できる。

- ① 北西に面した日本海側から吹き込むもの。
- ② 寒風山地域から吹き込むもの。
- ③ 南西に面した日本海側から吹き込むもの。

北西に面した日本海側では、NとWの成分と、SとWの成分をもった風が分布し、特にその南部において風向のばらつきが大きい。おそらく、海岸線に沿って分布する砂丘などの微地形の影響によるものであろう。八郎潟干拓地内の西部と南部においても、北西に面した日本海側と同様、風向のばらつきが大きい。これは、微地形などの影響とは異なり、北西に面した日本海側から吹き込む風と、寒風山地域や南西に面した日本海側から吹き込む風が合流あるいは分岐する、つまり気流の収束や発散<sup>8)</sup>が起っていることに関係しているの

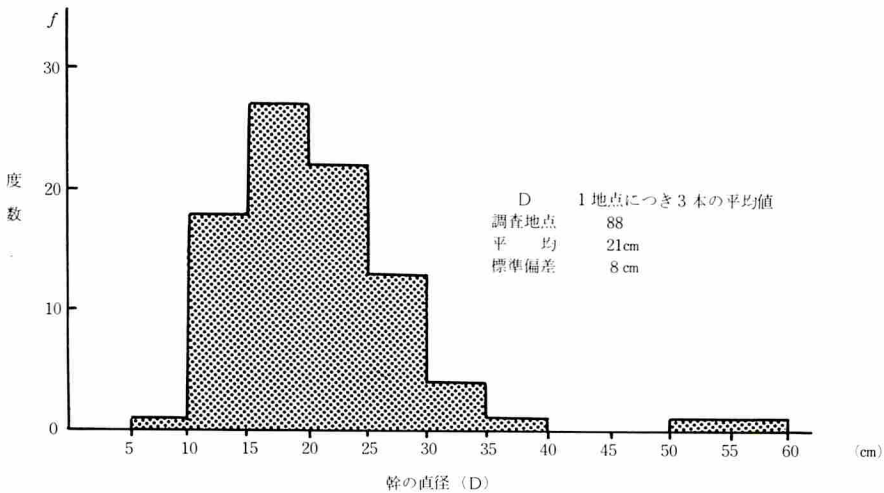


図2 幹の直径のヒストグラム

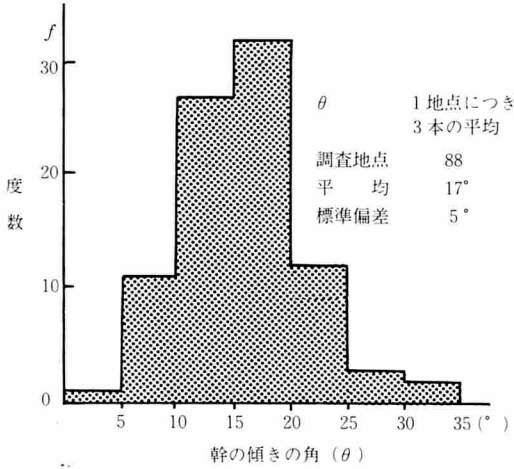


図3 幹の傾きの角(θ)のヒストグラム

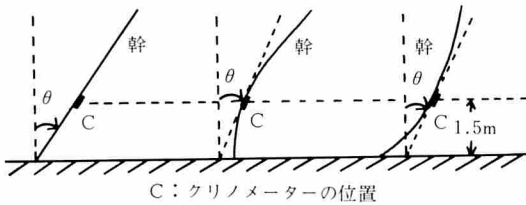


図4 幹の傾きの角(θ)の測定基準

ではないかと考えられる。寒風山の南東部には、地形の影響によると考えられるNEの風が現れている。

### 卓越風の強さの分布

扇形樹の幹の傾きの角(θ)の分布を図6に示す。強風域は、北西と南西に面した日本海側、および八郎瀉干拓地内の南東部と東部に分布する。北西に面した日本海側では、海岸線に沿って強風域と弱風域が交互に分布し、南西に面した日本海側とは、強風域の分布の形態が異なっている。図5の卓越風向の分布と比較すると、風向が変化しているところには弱風域が分布する傾向を示しており、北西に面した日本海側では微地形の影響が明らかである。

弱風域については、特に八郎瀉干拓地内の北東—南西を結ぶ方向に分布するものが注目される。八郎瀉干拓地は、標高が3m～5mの平地になっているので風の障害物は考えられない。この弱風域の存在は、八郎瀉干拓地内の南西部が、北西に面した日本海から吹

き込む風と寒風山地域や南西に面した日本海側から吹き込む風の合流地帯の風下になっていることから、合流地帯の風向の変化に伴って、風速が減じていることを示すものであろう。

寒風山の風陰についての影響は、風が山に当たって風陰を生ずる距離をd、山の高さをh、山の平均傾斜角をAとすると、

$$d = h \cot \frac{A}{2}$$

で与えられる<sup>9)</sup>。寒風山の高さをh = 354.8 m、100 mの等高線を基準にして求めた寒風山の北東斜面の平均傾斜角をA ≃ 12° とすると、風陰を生ずる距離はd ≃ 3 kmである。したがって、図6の寒風山と八郎瀉干拓地の位置からみて、干拓地の西部や南部が寒風山の風陰地帯になっていることは考えられない。

八郎瀉干拓地内の南東部および東部で風が強くなっているのは、後述の気流の発散に関係があるのかも知れない。

### 器械観測の資料による風向・風速

次に、器械観測の資料による風向・風速について述べる。資料は、男鹿・大瀉・五城目の観測所(図5～図6)の日最多風向と日平均風速の値<sup>10)</sup>を使用した。4月・5月・6月・7月・8月・9月を夏季、1月・2月・3月・10月・11月・12月を冬季<sup>11)</sup>とし、それぞれ6カ月間の日最多風向を風向対応表によって8方位別に合計し、それを百分率にして表した。各風向に対応する日平均風速の平均も参考までに求めた(表1)。

冬季は、男鹿にN、大瀉にはNWの風が夏季に比べて多く現れている。冬季に、大瀉にNWとWの風が現れたときは、大瀉ではその日の風が強いことがわかる。Eの風は、夏季と冬季を通じて五城目に多い。地域全体としてみると、夏季と冬季のいずれにもSとWの成分をもった風が多く現れており、SとWの成分をもった風が現れたときは、その日の風も比較的強いことがわかる。

すなわち、この地域においては、夏季と冬季を通じて卓越するSとWの成分をもった比較的強い風のほかに、これらの風とは向きが異なったN、NW、Eの風が、夏季と冬季にそれぞれ出現率を異にして卓越していることを知ることができる。これは、主として、北

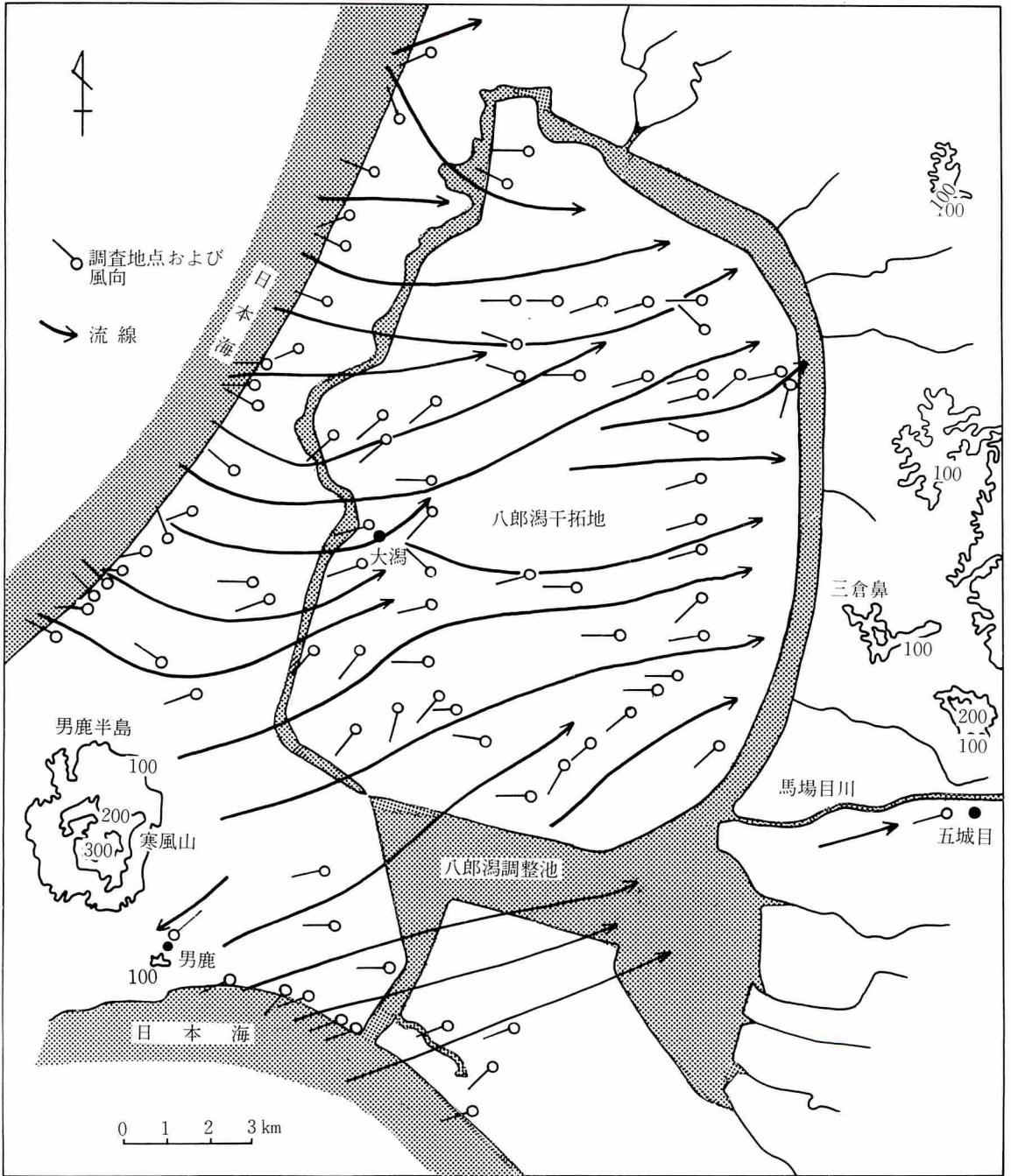


図5 偏形樹から得られた卓越風向の分布と流线 ●：気象観測所



八郎潟干拓地の卓越風

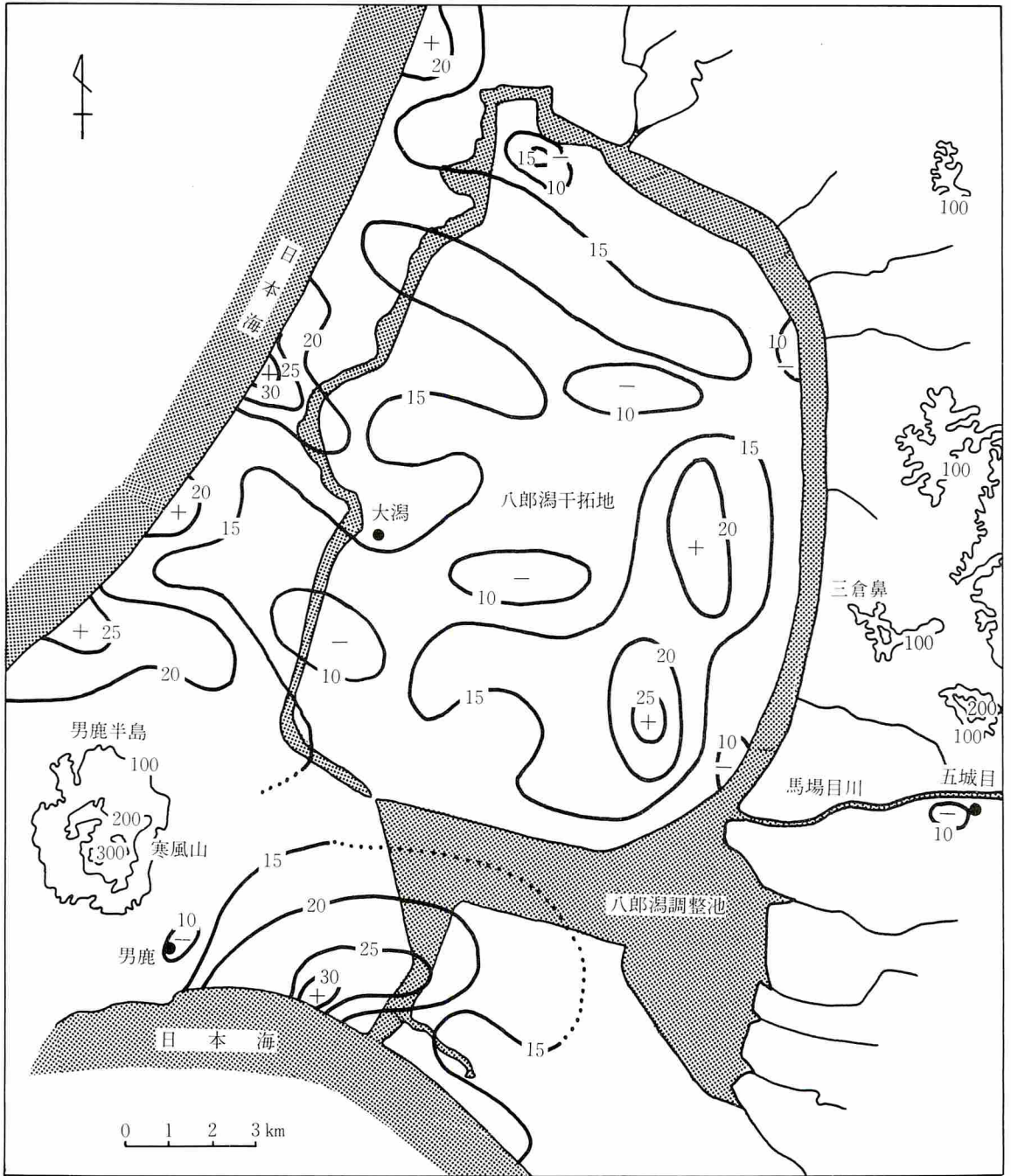


図6 偏形樹の幹の傾きの角 ( $\theta$ ) の分布 (単位:  $^{\circ}$ ) ●: 気象観測所

表1 夏季と冬季の日最多風向百分率・風向別日平均風速の平均値

風向	夏						冬					
	男鹿		大潟		五城目		男鹿		大潟		五城目	
	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s
N	21.5	2.0	10.4	1.8	5.4	1.2	57.7	2.1	6.7	2.3	9.5	1.8
NE	11.3	1.8	4.0	2.8	3.0	1.5	7.5	1.6	6.5	2.2	4.0	1.7
E	0.2	1.3	13.2	2.8	34.4	1.3	0.2	0.8	3.9	2.3	34.1	1.2
SE			1.5	3.5	1.9	1.0			1.8	2.2	2.0	0.9
S	0.9	1.7	14.7	2.2	2.0	2.2	0.7	1.1	12.0	2.4	4.4	1.7
SW	66.1	2.2	23.6	2.9	29.4	2.7	33.3	1.9	12.4	2.4	5.7	2.4
W			8.1	3.6	17.4	1.8	0.4	1.2	11.6	5.3	25.8	2.8
NW			24.5	2.3	6.5	1.3	0.2	0.5	45.1	4.9	14.5	1.9

男鹿 39°54.6' N, 139°54.2' E 大潟 39°59.8' N, 139°57.1' E 五城目 39°56.0' N, 140°07.1' E  
統計期間 1980年～1982年

西と南西方向に面した日本海と、それにはさまれた山地あるいは丘陵地の男鹿半島の地形的な条件に支配された風の局地的な特徴とみてよいであろう。

ところで、器械観測から得られた風向と、偏形樹から得られた風向を比較すると、両者の風向はほぼ一致していることがわかる。五城目において、偏形樹にEの成分をもった風向が現れないのは、その風速が小さいためであると考えられる。

偏形樹には、幹が傾いているものが多いことはすでに述べた。風圧モーメントは、樹木の根元で最大となり、高さに比例して減少することがわかっている<sup>9)</sup>。偏形樹から得られた風向には、器械観測から得られた夏季と冬季の両方の風向が現れていることから、この地域の偏形樹は、生育期間に卓越する風圧を主とした夏季の風の作用のほかに、冬季の風圧も加わり、幹が徐々に傾いたものであろう。したがって、偏形樹から得られた卓越風向は、夏季と冬季の風向が入りまじった、つまり年間の出現率が高い主風の風向を示していると考えられる。同時に、偏形樹を指標として作成した図5は、この地域の卓越風向を知るうえで有効であることがわかった。

### 風速と幹の傾きの角(θ)との関係

年平均風速と幹の傾きの角(θ)との関係を調べた。風速の資料は1980年～1982年の男鹿・大潟・五城目の月平均値<sup>10)</sup>、幹の傾きの角(θ)は、図6に示した観

測所の近くに生育しているクロマツの偏形樹3本のそれぞれの平均値を使用した。

月平均風速から求めた年平均風速をW(m/s)として、最小二乗法によって実験式を求めると

$$W = 0.1605\theta + 0.280$$

が得られた(図7)。相関係数はr=0.9493で、資料数をnとして、相関係数の誤差Eを

$$E = 0.6745 \frac{1-r^2}{\sqrt{n}}$$

で計算すると<sup>12)</sup>、r>3Eとなり、有意である。

したがって、幹の傾きの角(θ)は、風の強さを知らるおおよその目安となり、卓越風の強さを表した図6も有効であることがわかった。

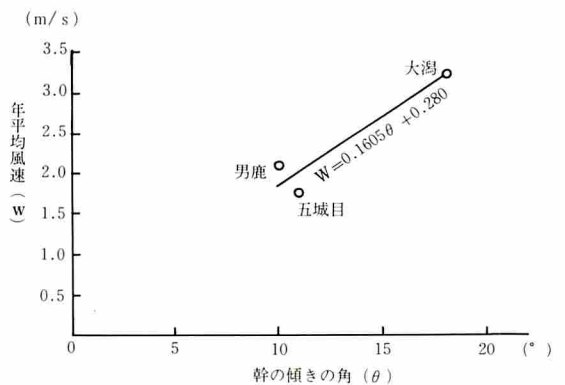


図7 年平均風速と幹の傾きの角(θ)との関係

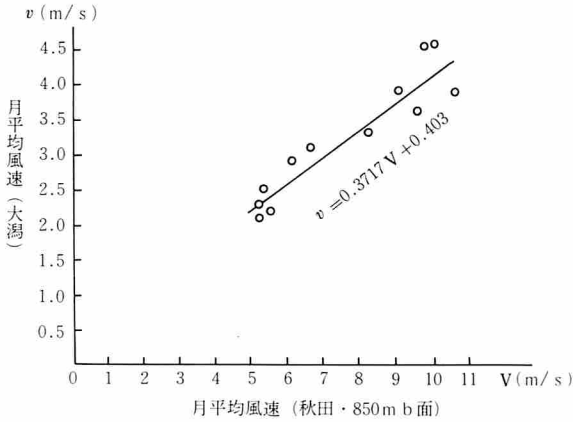


図8 大潟と秋田の850mb面との月平均風速の関係

地表の風速と上層の風速との関係

一般に、気流が発散する部分では風速が大きく、気流が収束する部分では風速が小さくなるのが指摘されている<sup>13</sup>。発散域には下降気流があり、収束域には上昇気流があることはすでに知られている。図5および図6より、八郎潟干拓地内の南西部と北部では、気流が収束する傾向を示しており、風が弱くなっていることが読みとれる。そこで、次に地表風と上層風との風速の関係を調べた。地表風には男鹿・大潟・五城目の風速を、上層風には秋田の500mb面、700mb面、800mb面、850mb面、900mb面、1000mb面の風速をとった。風速の資料は、男鹿・大潟・五城目については1980年～1982年の月平均値<sup>10</sup>、秋田については1961年～1980年の月平均値<sup>14</sup>を使用した。その結果、大潟と秋田との月平均風速には高い相関が認められた。

大潟の月平均風速を  $v$  (m/s)、秋田の上層の月平均風速を  $V$  (m/s) として、相関係数  $r$  と最小二乗法によって求めた実験式を示すと次のとおりである。

$$v = 0.1144V_{500} + 0.920 \quad (10.6 \leq V \leq 28.7) \quad r = 0.8772$$

$$v = 0.2030V_{700} + 0.686 \quad (7.4 \leq V \leq 18.1) \quad r = 0.9110$$

$$v = 0.3115V_{800} + 0.347 \quad (6.2 \leq V \leq 12.9) \quad r = 0.9214$$

$$v = 0.3717V_{850} + 0.403 \quad \dots\dots\dots (図8) \quad r = 0.9381$$

$$v = 0.4254V_{900} + 0.709$$

$$(3.6 \leq V \leq 8.7) \quad r = 0.9366$$

$$v = 0.5872V_{1000} + 2.147$$

$$(0.7 \leq V \leq 4.0) \quad r = 0.8781$$

表2 降水量および降水日数の年平均値

	男鹿	大潟	五城目
降水量	129mm	133mm	143mm
降水日数	14日	13日	15日

統計期間 1980年～1982年

秋田の700mb面～900mb面と大潟との相関が高いがその中でも前線解析や雨の予報などに関係する850mb面(高度約1500m)<sup>15</sup>との相関が高いのが注目される。実験式では、大潟と秋田の1000mb面(高度約150m)<sup>15</sup>との関係のものが定数が大きい。これは、大潟の風速が高度約150mの上層の風速よりも大きくなっていることを示す。

1987年1月11日に、この地域において竜巻が発生したが、その移動方向は700mb面～900mb面の風向と対応していたことが明らかにされている<sup>16</sup>。男鹿・大潟・五城目の月降水量、月別降水日数(1980年～1982年)<sup>10</sup>より、それぞれの年平均値を求めて表2に示した。これによると、SとWの成分をもつ卓越風の風下側に位置する五城目で、降水量が若干多い。

以上の事実から、八郎潟干拓地の卓越風は、上層風と密接な関係をもっていることがわかった。八郎潟干拓地は広大な平地になっており、風の障害物は皆無に等しい。しかし、偏形樹から得られた卓越風向の分布や風の強さの分布をみる限り、場所によってこれらの分布には大きな違いが認められる。八郎潟干拓地は、気流の発散・収束という見地からも、風下側地域の気象現象の解明と併せて、なお興味ある問題を残している地域と言えよう。

要約

偏形樹の調査と器械観測から得られた結果は次のとおりである。

- 1) この地域の卓越風は、北西に面した日本海側から吹き込むもの、寒風山地域から吹き込むもの、南西に面した日本海側から吹き込むものの3つに分類できる。



- 2) 北西に面した日本海側の南部と、八郎潟干拓地内の西部および南部において、風向のばらつきが大きい。
- 3) 強風域は、北西と南西に面した日本海側、および八郎潟干拓地内の南東部と東部に分布する。
- 4) 偏形樹から得られた風向は、年間の出現率が高い主風の風向を示していると考えられる。
- 5) 年平均風速と偏形樹の幹の傾きの角とは相関があり、幹の傾きの角の大きさは、風の強さを知るおおよその目安となる。
- 6) 大潟と秋田の上層との月平均風速には高い相関があり、実験式を求めた。

**謝 辞** 本稿を作成するにあたり、御指導や御鞭撻をいただいた秋田大学教授梶川正弘先生、秋田大学名誉教授椎川 誠先生、秋田地学教育学会学兄諸氏、そしてパソコンの操作に御協力いただいた秋田中央高等学校教諭石井徳聿氏に厚くお礼申し上げます。

#### 文 献

- 1) 大和田道雄・吉野正敏 (1971) 石狩平野の卓越風の分布について 地理学評論 第44巻 第9号 638～652
- 2) 大和田道雄 (1973) 根釧原野の卓越風について 地理学評論 第46巻 第8号 505～515
- 3) 深石一夫 (1974) 釧路とその周辺地域における夏の風の分布について 地理学評論 第47巻 第12号 733～747
- 4) 高橋一郎 (1987) 八郎潟干拓地におけるゴイサギの新集団営巣地 秋田県立博物館研究報告 第12号 79～87
- 5) 吉野正敏 (1961) 小気候 地人書館 190～201
- 6) 小沢行雄・吉野正敏 (1965) 小気候調査法 古今書院 170～177
- 7) 大田正次・篠原武次 (1963) 実地応用のための気象観測技術 地人書館 60
- 8) 太田久雄・長尾 隆 (1974) 公害と気象 地人書館 207～212
- 9) 川口武雄 (1970) 森林物理学 気象編 地球出版 20～21, 123～125
- 10) 秋田地方气象台 秋田県気象月報 (1980年～1982年版)
- 11) 林 克次・原 昭宏 (1973) 葉面付着ばいじんを指標としてみた東海市の卓越風 地理学評論 第46巻 第3号 197～204
- 12) 福井英一郎編 (1966) 自然地理・応用地理 第2巻 気候学 古今書院 28～30
- 13) 吉野正敏 (1978) 自然地理学講座2 気候学 大明堂出版 188～192
- 14) 秋田地方气象台 (1982) 秋田県気象百年史 136～138
- 15) 斎藤鍊一 (1968) 気象の教室 東京堂出版 139～142
- 16) 薄木征三・梶川正弘・佐武正雄 (1987) 1987年1月秋田県北部沿岸の竜巻災害 自然災害科学 6-2 46～60