Ⅱ　潮風による土壌への影響と今後の対応技術

１．潮風害を受けた範囲と土壌への影響

台風18号は降雨を伴わなかったため海で巻き上げられた塩を含む風が内陸まで入り，作物に潮風害と判断される大きな被害を及ぼした。農業現場では当年の被害ばかりでなく，降下した塩が次作以降に及ぼす影響も懸念された。そこで，全道の潮風害を受けた範囲を大まかにマップ化するとともに，典型的な潮風害の被害地域を対象に降下塩量の調査を実施した。

１）調査方法

（１）潮風害を受けた範囲

各普及センターにて，下記の基準に基づき担当する市町村の潮風害被災程度を区分し，その結果を色分けした。各普及センター間での評価基準の誤差を小さくするために，各地域の潮風害を観察した専門技術員の意見をもとに普及センターの調査値を小修正した。

評価基準：作物体地上部の障害を観察して，被害程度を評価した。従って，ここでの被害程度は減収程度とは異なる。また，牧草は調査対象としなかった。

「１」：被害無し：恒常的に潮風害を受ける海岸地帯を除いて，台風18号での潮風害を受けなかった市町村。

「２」：被害地域が限定的：被害のあったほ場の点在する地域が市町村の60%程度以下におさまる。

「３」：全市町村で広く被害がある：被災した地域が全市町村の60%以上に点在する。

（２）土壌への影響

①調査対象地区……台風18号による潮風害を受けた地域。

鵡川町及び周辺地区（東胆振地区農業改良普及センター）

北檜山町及び周辺地区（檜山北部地区農業改良普及センター）

大野町及び周辺地区（渡島中部地区農業改良普及センター）

②分析項目

交換性ナトリウム：塩素は降雨によって容易に流亡するので比較的動きにくいナトリウムを分析対象とした。

電気伝導度(EC)：ECが高いと塩濃度が高い。ただし，ECは土壌に存在する硝酸態窒素にも影響される。

③土壌採取法

土壌採取地点：調査地区ごとに海岸からの距離別に土壌を採取する。

調査対象圃場：畑作および露地野菜畑とした。毎年，耕起し，作土内が均一化されている圃場を対象とする。作物が作付けされていない場所でも良いが，通路など耕起深が浅いと思われる場所は不適とした。ただし，てんさい畑には作条にナトリウム塩が施用されるので，調査対象から除いた。

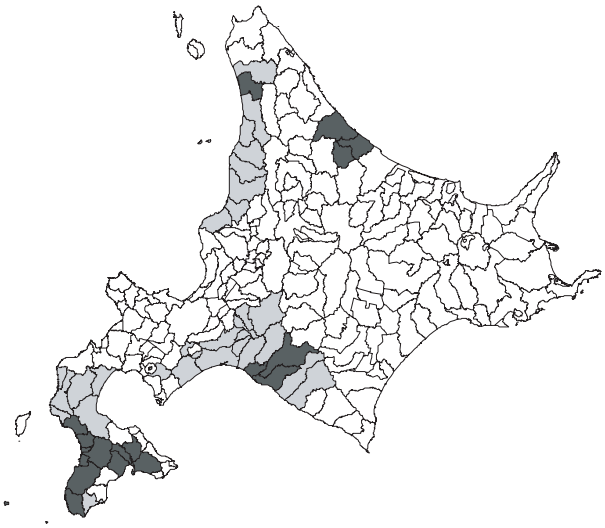
土壌採取法：表層土壌（０～３㎝）と作土下部（５～10㎝，降下塩の影響なし）の２層に分けて採取した。表層には台風18号による降下した塩が含まれる。作土下部は耕起整地作業以降に耕地表面に降下した塩の影響を受けないと想定した。

２）調査結果

（１）潮風害を受けた範囲……全道潮風害マップ

台風18号は通常の台風と異なり，多量の降雨を伴わない台風であった。そのため，海から巻き上げられた塩水が強風によって内陸部まで至り，従来の風害に加えて，塩が作物体に付着することによる障害が発生した。

潮風害は以下の点で単なる塩害と異なる。潮風害では風により植物体の表面に損傷が生じ，外的なストレスに対する耐性が弱くなったことも発生要因の１つである。従って，潮風害における塩害は，損傷しない植物体に塩害を引き起こす塩付着量よりも低い量の塩で起こる可能性が高い。



図Ⅱ－１　市町村別の潮風害被害程度

潮風害と風害とを正確に区分することは，塩害に関する知見が十分でないため難しいが，それぞれの普及センターにおいて現場での経験から，潮風害の程度を市町村別に大まかに評価してマップ化した。

台風18号は日本海を北上した。この間，南西，南南西から強い風が吹いた。潮風害調査の結果を図Ⅱ－１に示す。海から吹く強い風を浴びた渡島半島ではほとんどの町村で潮風害の被害を受けた。これに対して，リンゴを始め果樹で大きな被害を被った余市では南よりの風が山から吹いた。そのため被害をもたらしたのは潮風害ではなく風害であった。太平洋岸では襟裳岬以西での被害が多かったが，十勝，根釧では目立った潮風害の被害はなかった。また，オホーツク海側では，興部を中心とする一帯で潮風害がみられた。

（２）土壌への影響

土壌への影響として台風18号に伴う塩降下量を土壌分析値から求めた。

被害が集中した渡島半島部の２普及センター管内，また内陸まで畑作物の葉に潮風害と思われる症状のみられた東胆振普及センター管内の土壌を調査した。土壌のナトリウムの分析値から潮風害の際の降下量を推定した。特に断らない限りナトリウムの表記は酸化物（Na_2O）とした。

①測定に当たっての考え方

潮風に含まれる塩類のほとんどが食塩（塩化ナトリウム，NaCl）である。土壌粒子は主にマイナスの荷電を持つため，同じマイナス荷電である塩素を吸着しない。したがって，塩素は降雨に伴う浸透水に溶けて容易に失われるので，塩素を測定しても定量的な論議はできない。

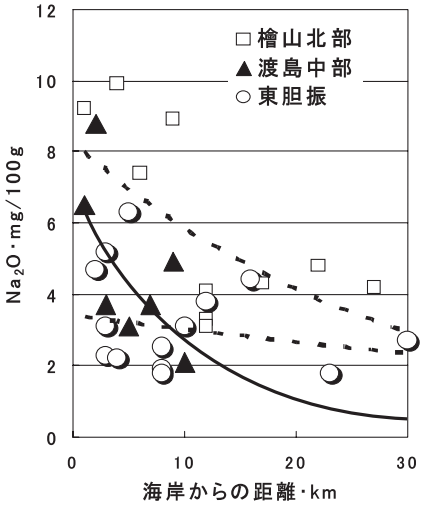
一方，ナトリウムはプラスに荷電し，マイナスに荷電した土壌粒子とイオン結合するため，土層内で移動しにくい。加えて，ナトリウムは原子吸光光度計で比較的容易に分析することができるメリットがある。そこで，今回降った塩を含む層として，０～３㎝を採取した。土壌の採取を潮風害後20日以内に行ったので，ナトリウムの移動は僅かと考えられる。

本調査で土壌採取した地帯は，海岸に近く，これまでの潮風に含まれる塩が土壌に蓄積していると思われる。台風18号によってもたらされた塩量を推定するためには，これまで土壌に蓄積した塩量をバックグラウンドとして差し引く必要がある。それを知るために０～３㎝の土壌を採取した下の土層である５～10㎝層を用いた。畑作，露地野菜作では毎年０～10㎝をロータリーハローなどで均一に攪拌する。そのため，潮風害の直前には０～３㎝と５～10㎝土層のナトリウム含量は同一であると仮定した。

②台風18号前に存在したナトリウムの量

調査地点の５～10㎝土層のNa_2O濃度は最大9.9mg/100gであり，最低は1.8mg/100gであった。

図Ⅱ－２に台風18号以前に存在した土壌の塩濃度を海岸からの距離との関係で示した。檜山北部では東胆振に比べて海岸からの距離が５～30kmの範囲で明らかに土壌に蓄積したNa_2Oが高いレベルであった。これは，檜山北部では以前から，海岸からの風に乗って塩が土壌に付加されていることを示す。渡島中部では海岸に近い試料があり，これらは高濃度でNa_2Oを含むが，海岸から遠ざかるに従って急激に濃度が低下した。



図Ⅱ－２　台風18号以前に土壌に存在したNa_2O量（５～10㎝土層）

③台風18号に伴う塩降下量の推定値

塩降下量は以下の式で求めた。

（【０～３㎝土層のNa_2O量mg/100g】－【５～10㎝土層のNa_2O量mg/100g】）×1.89×３/10

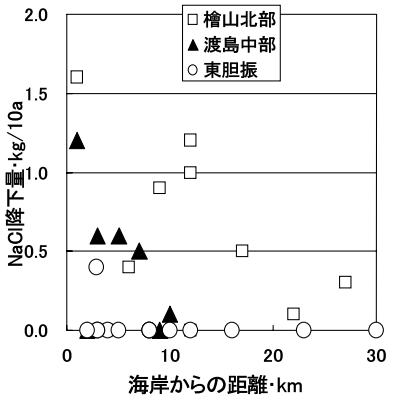
「1.89」はNa_2Oを食塩（NaCl）に換算するための係数である。引き算の結果がマイナスになる場合には，降下量０とした。

檜山北部の塩降下量は他の２地域に比べて多く，海岸から遠ざかるにつれて減少する傾向だった。渡島中部も同様の傾向だったが，塩降下量は檜山北部に比べて少なかった。東胆振では海岸に近い試料１点でのみ，塩降下が認められた（図Ⅱ－３）。

イギリスの施肥基準ではてんさいへの岩塩施用量を40kg/10aとしている。この量に比べれば，台風18号によってもたらされた塩の量は多くない。

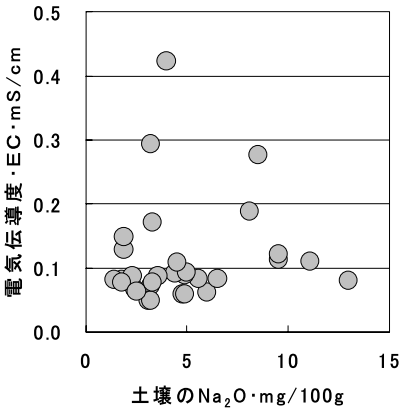
塩降下量は最大でも1.6kg/10aであり，次作の作物への影響は無いと判断される。

④土壌の電気伝導度（EC）



図Ⅱ－３　塩降下量と海岸からの距離の関係

塩の降下が土壌のECに及ぼす影響を検討した。塩降下の影響が大きい０～３㎝土層で，土壌中のNa_2O濃度とECの関係を示したが，両者に明確な関係は認められなかった。全体にECのレベルも高くはなかった(図Ⅱ－４)。



図Ⅱ－４　土壌の塩濃度が電気伝導度に及ぼす影響（０～３㎝土層）

３）作物体の電気伝導度による潮風害の推定

いくつかの普及センターにて潮風害を受けたと思われた作物体を水で浸出し，その浸出液のECを測定することで，潮風害の程度を判別することを試みた。同様の試みは静岡県の資料にも記載されている（土壌・溶液・作物体・診断マニュアル，第３版，平成８年３月，静岡県農政部農業技術課，潮風害による塩分濃度測定法p165～)。中央農試技術普及部でも若干のEC測定を行い，その問題点をまとめた。

①損傷しない健全な葉のECは低い。

大豆の複葉５枚/脱塩水150㎖，てんさい葉５枚/脱塩水500㎖のECはそれぞれ，0.06と0.25mS/㎝であった。ただし，葉を細かくカットした場合には，ECは高まった。

②老化した葉のECは高まる。

作物体の細胞が老化することにより，細胞に多量に含まれるカリなどが溶出して浸出液のECを高める。しかし，老化は徐々に進み，その都度降雨に当たってカリなどの無機塩が流れ去るので，③の試算のように極端にECが高まることはないと思われる。ただし，老化が進む期間に降雨が少ない場合には，その分ECが高まる。

③風害で損傷した葉のECは高まる。

潮風害を受けなくても，風害で細胞が損傷することにより主にカリが浸出液に溶け出すためにECが高まる。

８月下旬の大豆の葉のカリ含有率を２%，複葉の乾物重量を４g/５枚，150㎖の脱塩水で振とうした場合にカリの1/4が水に溶け出ると仮定すると，ECは約0.5mS/㎝となる。

④ECは降雨により急速に低下する。

立毛状態で雨にあたることによりカリやナトリウムは雨に流される。現地でも降雨後潮風害を受けた作物のECが急激に低下した例が観察された。

⑤EC測定よりもナトリウムの測定の方が潮風害の判別に有用。

ECは潮風によってもたらされたナトリウムばかりでなく，上記③のように風害による葉の損傷程度にも影響される。従って，ECよりも直接ナトリウムを原子吸光分析などで測定する方が，より高い精度で塩付着量を推定することができる。ただし，分析試料は降雨前にとることが必要である。また，てんさいなどナトリウムをもともと多く含む作物ではその含有率を考慮して結果の解析を行う必要がある。

２．栽培への影響と対応技術

当初，台風18号に伴う潮風害によりもたらされた塩が土壌に存在し，翌年作物に害作用を及ぼすことが懸念された。しかし，土壌分析によって得られた塩降下量は最大でも1.6kg/10aであった。これは耕起によって作土層内に混ぜられた場合（30㎝深に混和)，もともとあった土壌中のNa_2Oを0.3mg/10a増加させる量に過ぎない(表Ⅱ－１)。

表Ⅱ－１　地区別塩の降下量と土壌中のナトリウム量

地　　区	最大塩降下量 NaCl kg/10a	土壌 Na_2O・mg/10a 平　均	最大値
檜山北部	1.6	5.9	9.9
渡島南部	102	4.7	8.8
東 胆 振	0.4	3.3	6.3

土壌 Na_2O：５～10㎝土層の測定値。

土壌には台風被害前に最大で9.9mg/10aのNa_2Oが存在した。北海道施肥ガイドにはNa_2Oの土壌診断基準値が示されないが，このレベルは通常の農耕地の値の範囲である。よって，台風18号によって降下した塩の翌年の作物生育への悪影響はないと判断される。

（東田　修司）