

第2図 地温の日変化 (天気は終日快晴であった)

差が顕著で、疎植区の乾燥にくらべ密植区は多湿であり、その差は一見して明らかであった。疎植区の表層2cmは著しい乾燥のためにおこるものと考えられた。このことは地表をビニールフィルムで覆うと、日中の地表温は20°C以上になり、

翌夕刻には凍結層が融解し、水分が上昇して、地表が多湿になることによって確かめられた。密植区の不凍結層は日中融解して生じたもので、チーズ状凍結層が

日中はなかば融解して、下層水分が多少上昇するものと考えられ、多湿であった。

第3表 被害、繁茂の程度および地面状態

| 項目<br>(月日)                       | 粒数<br>間隔<br>施肥量 | 2 粒   |     |     |     |     |    | 10 粒  |       |     |     |     |     |
|----------------------------------|-----------------|-------|-----|-----|-----|-----|----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|
|                                  |                 | 5 cm  | 10  | 15  | 20  | 25  | 30 | 5     | 10    | 15  | 20  | 25  | 30  |
| 被害程度<br>(1月26日)                  | 標準肥             | ±     | 卍   | 卍   | 卍   | 卍   | 卍  | ±     | ±     | ±   | ±   | ±~+ | ±~+ |
|                                  | 多肥              | ±     | 卍   | 卍~卍 | 卍~卍 | 卍   | 卍  | ±     | ±     | ±   | ±   | ±~+ | ±~+ |
| 枯死株歩合(%)<br>(3.2)                | 標準肥             | 0     | 56  | 64  | 70  | 63  | 55 | 0     | 0     | 5   | 8   | 5   | 10  |
|                                  | 多肥              | 0     | 61  | 61  | 46  | 67  | 61 | 0     | 0     | 5   | 8   | 4   | 10  |
| 茎数(本/m <sup>2</sup> )<br>(12.26) | 標準肥             | 1,840 | 590 | 240 | 128 | 94  | 48 | 4,000 | 1,450 | 799 | 503 | 275 | 210 |
|                                  | 多肥              | 2,040 | 600 | 315 | 183 | 106 | 63 | 4,000 | 1,540 | 768 | 538 | 395 | 242 |
| 被覆度(%)<br>(1.26)                 | 標準肥             | 65    | 15  | 10  | 5   | 5   | 5  | 95    | 65    | 45  | 30  | 25  | 15  |
|                                  | 多肥              | 70    | 25  | 15  | 10  | 5   | 5  | 95    | 80    | 45  | 30  | 25  | 15  |
| 地面状態<br>(1.26)                   | 標準肥             | Ia~Ib | Ob  | Ob  | Ob  | Ob  | Ob | Ia    | Oa    | Ob  | Ob  | Ob  | Ob  |
|                                  | 多肥              | Ia~Ib | Ob  | Ob  | Ob  | Ob  | Ob | Ia    | Oa~Ia | Ob  | Ob  | Ob  | Ob  |

地面状態  
 湿 Ib: 地表面全体が湿っている。  
 ↓ Ia: 大部分が湿っているが、盛り上ったところは乾いている。  
 ↓ Oa: 大部分が乾いているが、くぼんだところは湿っている。  
 乾 Ob: 全体が乾いている。

2. 被覆度・地面状態および被害

被覆度・地面状態および被害程度等を第3表に示した。被害は主として乾燥に、一部は低温によるものと考えられ、葉の萎凋・枯死・個体の枯死から、株全体の完全な枯死までがみとめられた。

2粒区では5cm区のみが他と異なり、地表は多湿で被害は小さかった。その他の区はいずれも地表は乾燥し、被害は甚だしかった。

10粒区では播種間隔が小さくなるにつれて、被覆度は大きく、地表は多湿であった。被害程度との関係で

は、10粒区は2粒区と異なり、播種間隔が大きくなるにつれて、被害が多少大きくなる傾向はあったが、調査時点においては30cm区でも±~+程度、枯死株率はいずれも10%以下で、被害は概して小さかった。10粒区においても間隔の大きい区では、被覆度小さく、2粒区と同程度に発達したコンクリート状凍結層を認めたが、後述するように根系の発達が比較的良好で、下層水分の吸収が可能であるために、被害は小さかったものであろう。

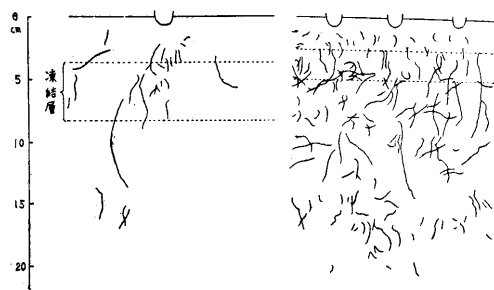
生育の良好な多肥区は、標準肥区にくらべ、わずか

に、被害が小さかった。

なお10粒播の間隔の大きい区は、枯死株率は低かったとはいえ、株の周辺部分には次第に枯死する個体がみとめられた。また生育・出穂はおくれ、かつ不揃いで、正常な成熟に至らず枯死した。正常に出穂・成熟したのは、2粒播では5cm区のみ、10粒播では15cmより密な区であった。

### 3. 地温の日変化

地温日変化の1例を第2図に示した。地表温には植被層の有無による差が顕著にみとめられ、密植区は疎植区にくらべ最高時には $6.3^{\circ}\text{C}$ 低く、最低時には $2.5^{\circ}\text{C}$ 高く、地下20cmでは $0.5\sim 0.9^{\circ}\text{C}$ 高かった。このことは疎植区に認められたコンクリート状凍結層は温度低下が急激で、水分の供給不十分な場合に、また密植区のチーズ状凍結層は、温度低下はゆるやかで、水分の少ない場合に形成される<sup>4)</sup>とされていることと一致する。



第3図 根系点線は1月30日の凍結層位置

### 4. 根系

第3図にざんごう法による根系のスケッチを示した。仮に1月30日の凍結層の位置を示したが、疎植区は凍結層の下にあって、水分を吸収できる根は少ない。密植区の麦は下層に多くの根を発達させているうえに、凍結層は浅く、表層は多湿で被害は小さかったものである。10粒播で間隔の大きい区では、根系の発達是比较的良好であった。

## V 考 察

以上から当地方の火山灰性軽しよ土畑における土壤凍結による麦の被害機構は、次のように推察される。疎植・晩播などの麦は、発芽後霜柱による凍上害のため、根系の発達不十分のまま厳冬をむかえる。気温・地温が急速に低下し、また乾燥が進むと、霜柱はみられなくなり、凍結層が形成される。宇都宮市におけるその時期は、1月10日すぎのことが多いようであるが<sup>5)</sup>、凍結層が発達して日中も融解しない常時凍結層になると、根の伸長がさまたげられるのみでなく、下層水分の上昇はしや断され、地表の乾燥はますますは

げしくなる。このとき凍結層の下に根系を発達させていた麦は、これにたえるが、根系の発達不十分な麦は生育を害され、あるいは枯死するに至る。現地においては、疎植・晩播のほか、被蔭地、北向きの傾斜地などに、このような過程をたどる麦がみられた。当地方のとくに畑においては、晩播による麦の減収が著しいが、その原因の大きなものは上述の霜柱～土壤凍結の被害であろう。麦以外の浅根性越冬作物にも同様な被害が考えられる。

慣行的な畦栽培においても畦間の裸地部分、とくに畦の北または西側はコンクリート状凍結層が発達し、地表は著しく乾燥した。これに反し畦の下は、被覆やいわゆる日なたりの効果によって、凍結層や土壤水分は密植区に類似していた。(成績省略)

密植区と疎植区あるいは裸地の間に凍結状態の違いを生じる原因は、被覆・蒸散および蒸発など複雑な要因がからみ合った条件での、熱および水分収支の面から検討を要するであろう。しかし被覆による受・放熱のちがいが大きな役割をしたことはE. J. & E. W. Russell<sup>2)</sup>が2～3引用している例と同様であろう。

関東地方の畑は冬季風蝕害が発生する。坪井<sup>7)</sup>は風蝕害のおこる条件として、1) 風にさらされた裸地の存在 2) 風蝕を受けやすい土壤の性質 3) 土壤の乾燥 4) 風が強いこと、の4点をあげている。石川<sup>3)</sup>は北那須地方において調査をおこない、土壤水分が30%以下になると、土壤は白っぽく風で移動しやすくなり、秒速10m以上の風が吹くと風蝕がおこるとしている。本調査では密植区の土壤表層が黒く湿っているのに反して、疎植区では白く乾燥して移動しやすく、裸地に近いこととともに、風蝕を受けやすい状態にあった、ということが出来る。

当地方における土壤凍結による麦の被害は、北海道や八ヶ岳等の寒高冷地における、主として霜柱氷層によるもの<sup>4)</sup>とは異なり、安間<sup>1)</sup>も指摘しているように、常時凍結層が水分の上昇をしや断して、直接麦に対して乾燥害をおよぼすのみでなく、風蝕を助長することによって被害をもたらすところに特徴があると考えられる。

植生が凍結の様式や程度をかえ、被害を軽減することは、霜柱氷層の場合と同じである。このような凍結害の対策はあらためて検討を要するが、上述のことから次のように考えられる。すなわち適期播種や踏圧によって、根系の発達をうながすことはもちろん、播種密度を高めて根系の集団的な抵抗力によって凍上害を防ぎ、凍結層の発達する前に、根系を深層に発達させるような、栽植様式を検討することである。このことは地表を被覆して凍結層の発達をさまたげ、ひいては風蝕

によっておこる麦の被害や土壌のせき薄化を、ふせぐことになると思われる。

## VI 摘 要

1963年1月、二条大麦栽植密度試験のは場において、土壌凍結による麦の被害について調査した。

密植区は根系の発達良好で、凍結層は浅く薄く、やわらかいチーズ状凍結層で、表層は多湿であり麦の被害は少なく、生育はほぼ正常であった。

裸地および疎植区には、コンクリート状の常時凍結層が発達して下層水分の上昇をしや断し、大気の乾燥と相まって、表層の乾燥を甚だしくした。霜柱のため根系を下層に十分発達させていなかった疎植区の麦は、水分の吸収をさまたげられ、枯死または著るしく生育を害された。同様な被害は現地において、疎植、畝播あるいは被蔭地等の麦にみとめられた。

この差は主に被覆の差による、地表面の受・放熱の相違によるものと考えられた。

当地方は冬季風蝕害の発生をみるが、土壌凍結はこれを助長すると考えられる。

その対策としては適期播種や踏圧はもちろん、播種密度を高めて霜柱による凍上害を軽減し、根系を速やかに深く発達させるとともに、植生によって凍結層の発達をさまたげることが必要であり、それはまた風蝕害をふせぐことにもつながるとおもわれる。

## 引用文献

- 1 安間正虎 (1949) 農業及園芸 24 (9)
- 2 E. J. & E. W. Russell (1950) 植物生育と土壌 (藤原彰夫ら訳) 397~399
- 3 石川次郎 (1959) 農業及園芸 34 (11)
- 4 仁木巖 (1962) 農事試験場研究報告 3
- 5 栃木農試土壌肥料部 (1945~47) 肥料施用方法改善試験成績書 (冬作麦の部)
- 6 坪井八十二 (1955) 農業及園芸 30 (2)
- 7 同上 (1953) 土壌侵蝕に関する研究集録 II 159~162
- 8 山田忍ほか (1950~55) 土肥誌 21 (4) 23 (2) 25 (4)

# 土 壌 凍 結 に よ る 麦 の 被 害

とくに栽植密度との関係について

鶴 内 孝 之

## I 緒 言

土壌の凍結とくに(霜柱氷層)による作物の被害については、仁木、<sup>4)</sup>山田ら<sup>8)</sup>の研究がある。関東地方の土壌凍結については安間<sup>1)</sup>の報告があるが、その分布が広いにもかかわらず、作物学的な面から調査・発表されたものは少ない。

筆者は1962～3年、二条大麦の栽植密度試験を実施した際、土壌凍結による麦の被害につき調査し、2・3の知見がえられたので報告する。

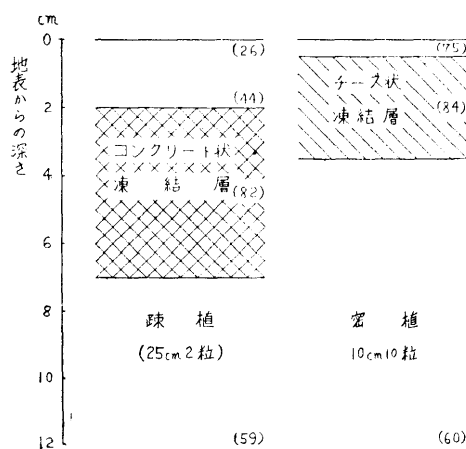
調査にあたり、ご指導・ご協力をいただいた南河内分場長 中山保博士はじめ場員各位に深謝の意を表する。

## II 方 法

供試ほ場：栃木県農試南河内分場 火山灰性  
軽しょう土壌 畑 (第1表参照)

第1表 土 壌 の 理 学 性

| 器械分析結果 |      |      |      |     | 土 性 | 容積重   | 最大容積   | 全炭素  |
|--------|------|------|------|-----|-----|-------|--------|------|
| 粗砂     | 細砂   | 砂合計  | シルト  | 粘土  |     |       | 水量 (%) | T・C  |
| 11.4   | 42.9 | 54.3 | 39.2 | 6.5 | L   | 111.5 | 103.6  | 5.82 |



第1図 土壌の断面と水分 (1月22日午前11時)  
( ) 内は水分%

施肥量：標準肥 多肥 (2倍)

播種間隔：5～30cm (5cmきざみ正方形播)

播種粒数：1点あたり2および10粒

以上を組み合せた24条件。

播種期：10月24日

供試品種：栃木ゴールデンメロン

1区面積および区制：6m<sup>2</sup> 2反覆系統配置

## III 経 過

発芽後は霜柱による凍上害が著るしく、補植・踏圧につとめた。12月30日に30mmの降雨があって以後乾燥が続き、次第に葉先が枯死した。1月10日すぎには霜柱はみられず、凍結層が認められた。1月21日に強い西風が吹いて飛土が甚だしく、枯死株が急に増加した。その後例年になく厳しい寒さと乾燥が続いたが、2月3日には9mmの降雪があり、10日以後は気温が上昇して凍結層は融解し、土壌の過乾状態も解消した。

調査期間の気温と降水量を第2表に示す。

第2表 気温および降水量

| 項目       | 月<br>旬 | 1月   |      |      |      | 2月   |
|----------|--------|------|------|------|------|------|
|          |        | 下    | 上    | 中    | 下    | 上    |
| 気温<br>C° | 平均     | 5.0  | 2.2  | 1.4  | -0.2 | 1.5  |
|          | 最高     | 12.3 | 9.6  | 8.5  | 8.5  | 8.6  |
|          | 最低     | -2.3 | -5.3 | -5.8 | -8.9 | -5.7 |
| 降水量mm    |        | 32   | 1    | 0    | -    | 16   |

## IV 調 査 結 果

### 1. 土壌の凍結状態

土壌断面は第1図に示すとおり、密植区の凍結層は軟らかいチーズ状凍結層で、位置は浅く、かつ薄かった。疎植区では位置深く、厚みは大で、すこぶる硬いコンクリート状凍結層であり、断面には極く小さい氷の結晶が、わずかに点々とみとめられた。その他の凍結組織すなわち、霜柱氷層や空洞などはみとめられなかった。

土壌水分は凍結層の上の不凍結部分における両区の