

# 土壌水分がハクサイ心腐れ症の発生に及ぼす影響

久山 弘巳\*・赤井 直彦

Effects of Soil Moisture on Chinese Cabbage Internal Rot

Hiromi Kuyama and Naohiko Akai

## 緒 言

牛窓地域は岡山県でも有数の野菜産地で、特に10月上旬定植による翌年1月から3月中旬収穫の秋冬作ハクサイが多い。この産地で黄心系品種の作付け増加にともない、心腐れ症の発生が増大し問題となった。

現場では‘アン入り’と呼ばれている心腐れ症は外観では健全株と変わらず、結球部を縦に切ってみると内部の結球葉の周縁部が何枚かにわたって水浸状に半透明となり、淡褐色に変色した典型的なカルシウム欠乏症を示すが、発生圃場の土壌には交換性カルシウムは十分含まれている。

小林ら(1988)は、心腐れ症対策として定植後10日目を目安としたかん水に加えて、基肥を減量し、追肥は定植後20日目以降に施用することをあげている。牛窓地域の慣行基肥量は小林ら(1988)と同程度に少ない。しかし、追肥を定植後20日後に行うと茎葉が大きくなりすぎ、同時に行う中耕作業により外葉が切断されるため、定植後10日から2週間で追肥を行うのが一般的である。このため、現場の作業体系に適合した心腐れ症防止対策が求められた。

ここでは、1997年から行った試験の中から心腐れ症の発生防止のための土壌水分管理を中心に検討する。

なお、長期間にわたって試験にご協力いただいた牛窓町の藤岡昭平氏に感謝申し上げる。

## 材料及び方法

### 調査1 心腐れ症の発生の年次変動

#### 1. 栽培概要

試験は、1997～2001年にかけて岡山県邑久郡牛窓町牛窓の普通畑で行った。播種、定植、施肥及び収穫の時期は表1に示した。品種は「味城3号」を用い、栽植密度は、うね幅55cm、株間40cmの1条植えとした。

表1 調査年度別の管理時期

調査年度	播種	定植	基肥	追肥	収穫
1997年	9/11	10/7	10/6	10/21	2/2
1998年	9/9	10/5	10/5	10/15	2/2
1999年	9/11	10/4	10/4	10/18	1/18
2000年	9/9	10/2	10/2	10/13	1/22
2001年	9/10	10/3	10/3	10/15	1/22

施肥量と追肥施用時期は現地慣行に合わせ1a当たりの窒素量で、基肥1.5kg、追肥1.2kgとし、基肥は複合燐加安525を用い、追肥にはNK化成を用いた。リン酸、加里の施肥量は1a当たりそれぞれ2.5kg、2.7kgになるように、過リン酸石灰と硫酸加里を適量施用した。施肥方法は基肥は全面全層混和し、追肥は条間に施用した後、中耕を行った。

圃場の土壌条件は典型山地黄色土で、2000年1月に採取した土壌の化学性を表2に示した。

#### 2. 心腐れ症の調査

心腐れ症の発生状況を知るため、ハクサイ10株を連続して採取し、結球部を縦方向に2分割し、表3の発生程度基準に基づいて調査した。結果は発生程度から次式によ

\*現岡山県農業総合センター総合調整部技術普及課  
2003年7月8日受理

表2 試験圃場の土壌化学性

採土層位	pH (H <sub>2</sub> O)	E C (dS/m)	全窒素 (%)	全炭素 (%)	可給態リン酸 (mg/100g)	C E C (meq/100g)	交換性塩基 (mg/100g)		
							CaO	MgO	K <sub>2</sub> O
作土 (0~15cm)	6.06	0.17	0.11	1.18	188.2	9.10	222.3	35.9	31.5
下層土 (15~30cm)	6.70	0.07	0.08	0.85	165.4	7.37	207.1	39.6	15.6

注) 2001年1月土壌調査結果による

表3 心腐れ症の発生程度分類基準

発生程度	内 容
0	発生なし
1	水浸状の褐変が葉縁部の1/2以下
2	水浸状の褐変が葉縁部の1/2以上、発生葉1枚
3	水浸状の褐変が葉縁部の1/2以上、発生葉2~4枚
4	水浸状の褐変が葉縁部の1/2以上、発生葉4~10枚
5	水浸状の褐変が葉縁部の1/2以上、発生葉10枚以上

り算出した発生度と発生株率で示した。

$$\text{発生度} = \frac{\sum (\text{発生程度} \times \text{株数})}{60 \times 100}$$

試験圃場に近い岡山県邑久郡邑久町虫明のアメダスデータを用いて心腐れ症の発生と降水量の関係を検討した。

### 3. 土壌水分及び土壌溶液中硝酸態窒素の調査方法

土壌水分は、作土(深さ:0~15cm)を適宜採取し、乾燥法により含水率を調査した。また、1999年からは栽培期間中の土壌溶液に含まれる硝酸態窒素濃度を測定した。土壌溶液の採取は鳥山・石田(1987)が用いた10cmのポーラスカップをハクサイの株間に埋設し、概ね1週間ごとに真空採血管を接続して行った。ポーラスカップは中心が地表面から深さ10cmと30cmになるように縦向きに埋設した。土壌溶液中の硝酸態窒素濃度はFIA star 5010 Analyzer (Tecator社製)を用いて定量した。

#### 調査2 マルチの有無が発生に及ぼす影響

1999年にはマルチをする区としない区を設け、心腐れ症の発生を調査した。マルチ区はうね幅110cm、株間40cmの2条千鳥植えとし、被覆資材は黒色フィルムを用いた。また、マルチ区は1a当たり窒素施用量2.7kgを基肥として施用し、その他の栽培概要は調査1と同様とした。

また、株間の深さ10、30cmから土壌溶液を採取し、硝酸態窒素濃度を測定した。

## 結 果

### 調査1 心腐れ症の発生の年次変動

年次別の心腐れ症の発生を図1に示した。発生は1997年が最も多く、発生株率は100%、発生度は70であった。発生は年々減少し、1998年は発生株率90%、発生度39、

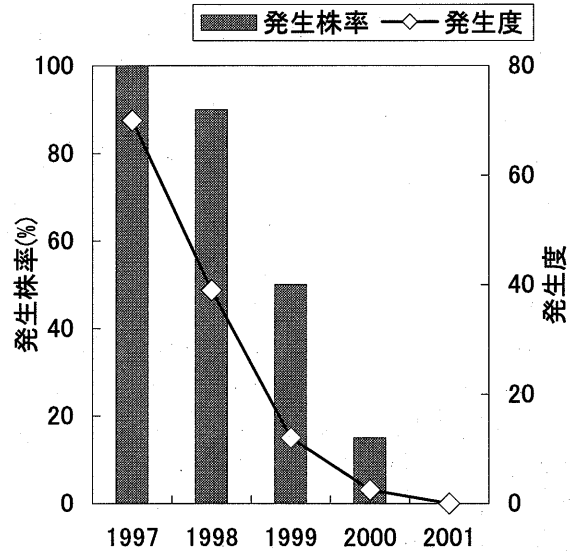


図1 心腐れ症の年次変動

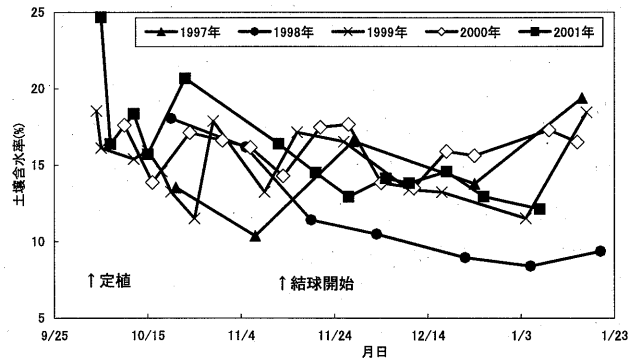


図2 土壌含水率の年次変動 (1997~2001年)

1999年は発生株率50%、発生度25となり、2001年は全く発生しなかった。

栽培期間中の含水率の推移を図2に示した。1997年の含水率は当初からやや低めで定植2週間後には15%以下となり、結球開始前に10%にまで低下した。そして、結球を開始した11月中旬には増加し、その後、15%前後で推移した。また、1月中旬になると20%にまで増加した。1998年は結球開始前は15%を超えていたが、結球開始後には11%近くまで低下し、12月下旬からは10%以下で推移した。

1999年は定植後2週目と結球開始前に15%以下に低下

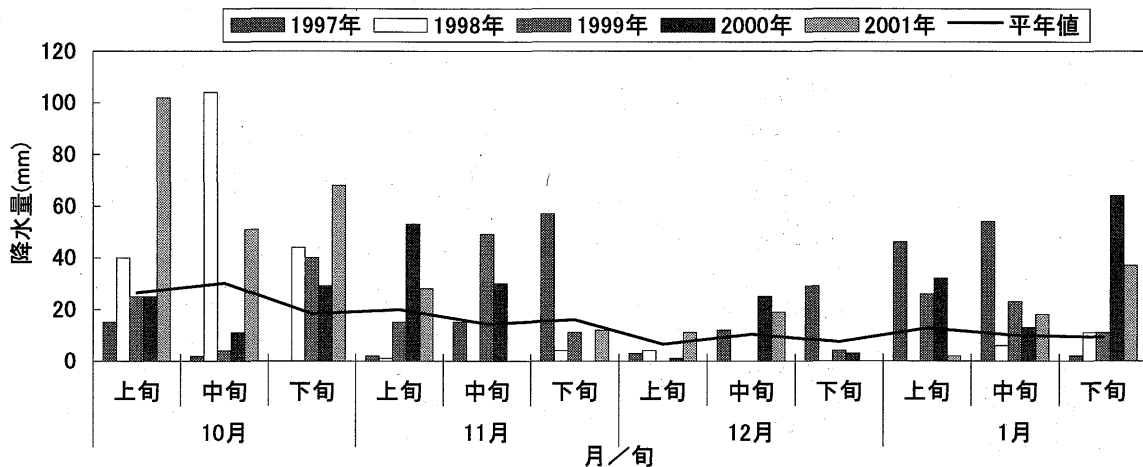


図3 降水量の年次変動 (1997~2001年)  
「虫明」のアメダスデータから作図

した。2000年は栽培期間を通じ、ほぼ15%前後で推移した。2001年は定植から結球を始めるまでの含水率は15%以下になることはなかったが、結球開始後は13%前後の含水率で推移した。

年次別、旬別の降水量を図3に示した。1997年は10月中旬から11月上旬まで降雨がなく、11月中旬以降は平年以上の降雨があった。1998年は10月に平年を超える降雨があったが、11月以降ほとんど降雨がなかった。1999年は10月中旬と12月が少なく、2000年はほぼ平年並の降雨があった。2001年は定植直後から10月の降水量が著しく多く、その後は少なめに推移した。

年次別の土壌溶液中硝酸態窒素濃度の推移を図4に示した。深さ10cmではどの年次も10月中旬の濃度が高く、その後は経時的に低下した。硝酸態窒素濃度は2000年が最も高く、11月上旬でも80mg/Lを超える濃度で検出された。検出不能になった時期は2001年が最も早く、1999と2000年では11月中旬に検出できなくなったのに対し、約2週間早い10月下旬に検出不能になった。深さ30cmでは1999年の濃度が最も高く、11月下旬にも検出された。2000年は最高濃度が最も低かったが、11月中旬にも検出された。2001年は11月上旬でわずかに検出される程度となり、最も早く濃度が低下した。

#### 調査2 マルチの有無が発生に及ぼす影響

作土の含水率はマルチのある区がない区に比べて高く安定して推移した (図5)。

発生株率では、マルチのない場合は50%であったのに対し、マルチがある場合は100%に増大し、発生度も倍増した (図6)。

マルチが有る場合、土壌溶液中硝酸態窒素は深さ10cmで最高値が400mg/Lを超えたのに対し、マルチのない場

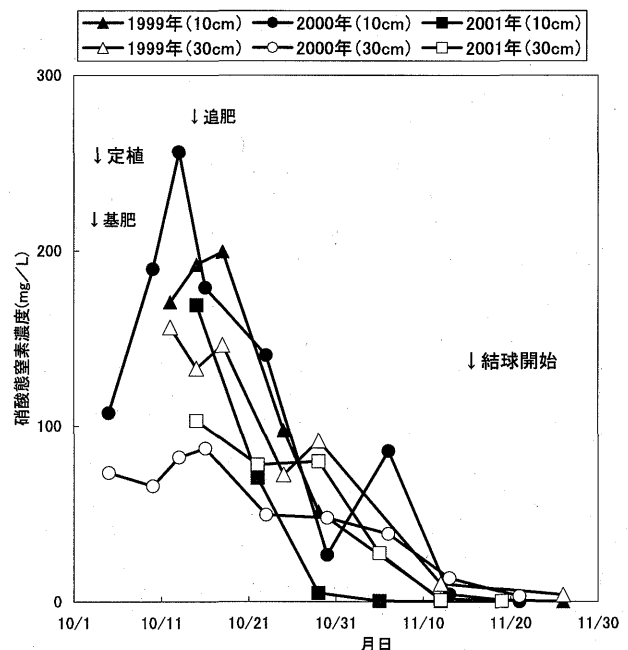


図4 土壌溶液中硝酸態窒素濃度の推移の年次変動

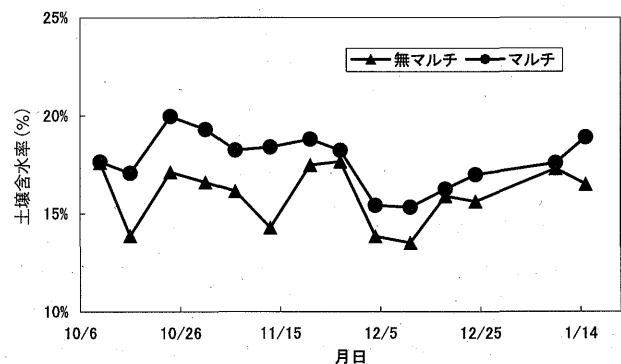


図5 マルチの有無と作土の土壌含水率の推移

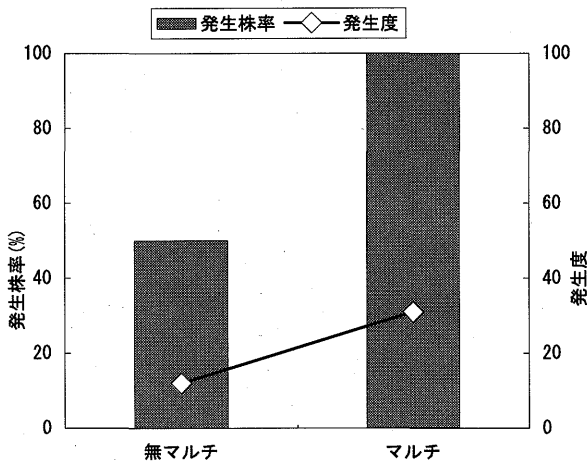


図6 マルチの有無と心腐れ症の発生

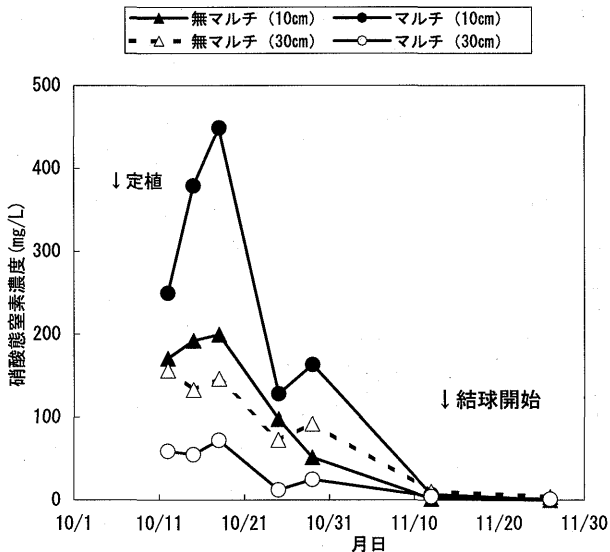


図7 マルチの有無による土壌溶液中の硝酸態窒素濃度の推移

合はその半分以下であった。マルチがない場合、10月下旬には硝酸態窒素濃度が数mg/Lであったのに対しマルチがある場合では150mg/Lを超えていた。深さ30cmではマルチのない方が高く、硝酸態窒素の消失時期もマルチのない方が遅かった (図7)。

### 考 察

心腐れ症の発生は同一施肥条件でハクサイを栽培しても、年によって大きく異なった。また、ハクサイ栽培圃場の土壌含水率が年によって大きく異なった。ハクサイ、キャベツは生育初期から中期にかけて葉がしおれる程度の乾燥に一度でもあうと、カルシウム欠乏の発生する頻度が著しく高くなると渡辺 (1986) が指摘しているよう

に、心腐れ症と土壌含水率との間には密接な関係があると考えられた。

今回の試験でも、土壌含水率は、心腐れ症最多年の1997年では、結球開始前が低く、結球開始後は高かったのに対し、発生が減少した1998年では結球開始前が高く、結球開始後は調査期間中顕著に低かった (図2)。このことから、結球開始後よりも結球開始前に土壌含水率が低下した方が心腐れ症の発生は多くなると推察された。

小林ら (1988) は土壌水分の影響を受けやすい生育ステージは定植から立葉までの間、特に定植後10~20日間と指摘している。本調査でもほぼ同様に定植から結球開始期にかけて含水率が低下すると心腐れ症が多発する傾向がうかがえた。

心腐れ症が発生しなかった2001年は、結球開始まで土壌含水率が15%を下回らず、結球開始後も13%前後で推移した。これに対して、わずかに発生した2000年は結球開始前に土壌含水率が15%を切る時期があり、結球開始後は2001年に比べて高い含水率で推移した。このことから、土壌含水率を結球開始までは15%以上に、結球開始後は13%に維持できれば心腐れ症はほとんど発生しないと考えられる。

マルチにより土壌含水率を高く安定させても心腐れ症は多発した (図5、6)。この時、土壌溶液中硝酸態窒素濃度はマルチにより硝酸態窒素の溶脱が抑制され、深さ10cmでは無マルチに比べてマルチが2倍以上の濃度で推移し、深さ30cmでは無マルチの方が高濃度で推移した (図7)。このことから、土壌含水率に加えて土壌溶液中の硝酸態窒素濃度が心腐れ症の発生に関連していると推察された。

時枝ら (1995) は心腐れ症対策として、被覆硝酸石灰の施用が有効とし、その効果は植物体へのカルシウムの吸収より窒素の緩やかな溶出によるものとしている。これは土壌溶液中の硝酸態窒素濃度を高めない施肥法であり、今回の調査結果からも心腐れ症防止対策として有効と考える。

土壌溶液中硝酸態窒素濃度と心腐れ症の発生の年次変動を改めて検討すると、心腐れ症の発生した2000年は深さ10cmで、1999年は深さ30cmで硝酸態窒素濃度が最も高かったのに対し、発生しなかった2001年は10cm、30cmともに濃度が低く、濃度低下も最も早かった (図4)。2001年に酸態窒素濃度が他の年に比べて早く低下したのは降雨によって作土から施肥窒素が溶脱したためと推察される。1999、2000年に土壌溶液中硝酸態窒素濃度が高まった原因のひとつとして土壌含水率の低下もあると思われるので、かん水による土壌含水率の保持は心腐れ症防止

対策として欠かせないと考えられる。

### 摘 要

岡山県邑久郡牛窓町（典型山地黄色土、作土全炭素率1.2%前後）で多発したハクサイの心腐れ症の発生要因を明らかにし、対策を考察した。

1. 結球開始後の土壤含水率の低下に比べて、定植後から結球開始期頃までの低下の方が心腐れ症の発生は多かった。
2. マルチ処理により土壤含水率が十分高くても、土壤溶液中硝酸態窒素濃度が高いと心腐れ症の発生は多かった。

以上の結果、当該地域における心腐れ症の防止対策は、土壤含水率が結球開始までは15%、結球開始後は13%を切らないようにかん水することが必須と考えられる。また、定植後の土壤溶液中の窒素濃度の上昇を防ぐため、

すでに報告されている被覆硝酸石灰などの肥効調節型肥料の利用や基肥窒素の削減も検討する必要がある。

### 引用文献

- 小林尚武・竹川昌宏・谷口保（1988）ハクサイの心腐れ症防止に関する研究（第1報）土壤水分と影響ステージについて。兵庫淡路農技研報，2：1-12。
- 時枝茂行・岩田均・北風繁（1995）ハクサイの心腐れ症に対する被覆硝酸石灰の施用効果。近畿中国農研，89：31-36。
- 鳥山和伸・石田博（1987）土壤溶液モニター法による水田土壌中のNH<sub>4</sub>-N消失時期の把握。土肥誌，58：747-749。
- 渡辺和彦（1986）原色・生理障害の診断法。農文協，東京。pp.153-158。