

[短 報]

畑地かんがいによるジャガイモそうか病の被害軽減対策^{*1}竹内 晴信^{*2}

ジャガイモそうか病の発病被害を軽減するため、土壌酸度調整資材の施用と畑地かんがいの併用効果、および効果的なかん水手法を検討した。その結果、かん水のみでは、土壌の乾燥が続くような気象条件で発病抑制効果が高かった。土壌pHの低下は見られなかった。土壌酸度調整資材施用とかん水の併用は、各々単独より高い効果を示した。資材施用を併用してかん水を行う場合は、萌芽期に一度に多量かん水することで、土壌pHの安定的な低下と、生育の維持、回復に有効であった。この後、7月末までpF2.3でかん水を行うことで、より確実な防除効果が見込まれた。1回のかん水量は10mmで十分であった。かん水時に茎葉の上からかん水する機材を用いても、疫病などの病害発生増加は見られず、これら機材の使用が可能である。

緒 言

ジャガイモそうか病の発病を土壌環境変化により抑制する試みは、世界各地で様々な取り組みが行われてきた。なかでも特に土壌pHを低下させる方法と、かん水により土壌を湿潤に保つ方法は、最も一般的な方法として実施されている。北海道においても、土壌酸度調整資材である「フェロサンド」とチューブによるかん水を併用する対策が普及に移されている¹⁾。しかし、両者を組み合わせた場合の、より効果的なかん水手法はどうあるべきについては十分な検討がなされていない。このため、本試験では、土壌pH低下対策を行った場合のかん水効果の検証を行い、発病抑制のための、より適切なかん水手法を明らかにすることを目的とした。

試験方法

1. 圃場におけるかん水効果と土壌酸度調整資材併用による防除効果

小清水町泉の淡色黒ボク土圃場において、品種「紅丸」を用い、1994～1996年に農家慣行の施肥・栽培条件下で試験を行った。試験処理として、土壌酸度調整資材（以下、資材と呼ぶ）施用の有無とかん水の有無を組み合わせた区を設けた。供試した資材は、硫酸第一鉄資材「フェロサンド」（以下Fe）、または

硫酸アルミニウム資材「硫酸バンド」（以下Al）を0.5～1.0t/10a用い、施肥前に全面散布後、ロータリ攪拌した。1995年は、培土直後に畦上に資材を表面散布し、その後かん水する処理区も設けた。試験区設置後、畦上株間深さ15cmにテンシオメータを設置し、毎日午前中に土壌水分ポテンシャル（pF）を測定した。この値がpF2.3を越えた時点でかん水を実施するよう努めた。かん水機材は1994年はリールマシン+レインガン、1995年はリールマシン+ブーム式ノズル、1996年は中圧スプリンクラー1列配置、またはかん水チューブ（スミサンスイM）を2畦に1本配置で8畦分で行った。そうか病調査方法²⁾と土壌分析方法は定法に従った。

2. 雨よけハウスにおけるかん水手法の検討

小清水町泉の淡色黒ボク土圃場に雨よけハウス（7m×30m）を設置し、1994～1996年に試験を行った。品種は「男爵いも」を用いた。試験処理として、資材（Fe、Al）施用の有無とかん水方法の処理を組み合わせた区を設けた。1995年は前年に資材施用した跡地においてかん水処理のみ実施した。試験1と同様に土壌水分ポテンシャル（pF）を測定し、その値が一定値を越えた時点でかん水を実施した。かん水処理に用いた機材は、各年度ともかん水チューブ（スミサンスイM）を2畦に1本配置した。1996年は、チューブの他に中圧スプリンクラーを中央に1列配置し、全試験区の通常少量かん水に供試した。そうか病調査方法と土壌分析方法は定法に従った。

試験結果

1. かん水のみによる防除効果

そうか病の発病状況と降水量を表1、2に示した。

1997年4月30日受理

*1 本報の一部は、1995年度日本土壌肥料学会北海道支部会で発表した。

*2 北海道立北見農業試験場（現在、北海道立中央農業試験場、069-03 北海道岩見沢市上幌向町）

表1 圃場試験における資材施用とかん水によるジャガイモそうか病の発病の変化

処理	発病度			発病イモ率		
	1994	1995	1996	1994	1995	1996
無処理	89	61	7	100	95	23
かん水のみ	63	63	11	93	97	37
Fe 施用のみ	58	27	4	92	61	15
Fe 施用+かん水	30	16	3	71	43	11
Al 施用のみ	74	35	7	98	72	25
Al 施用+かん水	33	31	2	72	61	8

表2 各試験年度における降水量とかん水量

	1994		1995		1996	
	6月	7月	6月	7月	6月	7月
降水量	60	31	23	138	54	158(mm)
かん水量	0	32	60	0	0	17

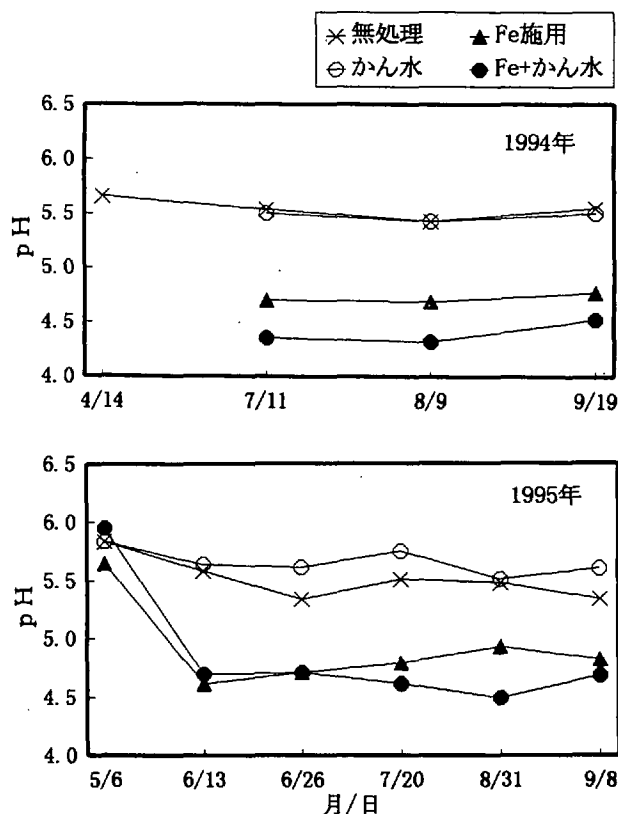


図1 圃場試験における土壌 pH の推移

試験の年次によって防除効果には大きな変動が見られた。1994 年は高温干ばつ年であり、圃場も 6 月末から 8 月初めにかけて乾燥が進んだ。しかし強風のため、6 月にはかん水開始点に達してもかん水を実施できなかった。7 月に 2 回のかん水を行った結果、発病イモ数は大きく減らなかったが、発病度は平均 89 から 63 に低下した。1995 年は 7 月中旬以降に雨の多い年であり、土壌が pF2.3 より乾燥したのは 6 月中下旬と 7 月 10 日前後だけであったため、かん水は 6 月に

のみ 3 回実施した。その結果、発病度にはほとんど変化は見られなかった。1996 年は、低温寡照の不順な天候が続いた。特に 6 月は降水量が多かったことと、7 月は低温寡照で圃場の乾燥が進まなかったため、実際のかん水回数も 7 月に 1 回のみとなった。このような条件で、そうか病の発病も極めて少なく、実質的にかん水処理の効果を比較することは困難であった。

土壌 pH は、7 月の生育盛期には植え付け時よりおよそ 0.2～0.3 程度低下したが (図 1)、かん水によりその低下度合いが拡大することはなかった。

2. 土壌酸度調整資材施用とかん水の併用による防除効果

植え付け前に資材を施用した区でかん水処理を行った結果、1994、1995 年は、それぞれ単独で行うより高い防除効果を示した (表 1)。特に 1995 年は、かん水のみによる効果が見られなかった年であるが、資材施用区ではかん水併用による相乗効果が示された。両者の併用により、土壌 pH はそれぞれ単独処理の場合よりも、やや低下する傾向があった (図 1)。

これらの処理により、土壌中の微生物数は表 3 に示したように、特に細菌数が大きく減少し、糸状菌数の増加が目立ったほか、そうか病の病原菌を含む放線菌数にも減少傾向が見られた。かん水や Fe 施用のみでは放線菌の減少程度は小さかったが、両者の併用によって土壌微生物相にも大きな変化を起こしたことが伺われた。

バレイシヨの生育、収量、でんぷん価に対する影響を表 4 に示した。6 月にかん水を行った 1995 年度の調査結果では、pH 低下の影響により初期生育が抑制されたことが伺われた。またそのため、上いも数の減少も見られた。収穫期の上いも収量は資材施用のみではむしろ無処理区を上回る結果となった。こ

表3 圃場試験における土壌微生物数 (1994年)

処理	糸状菌 ($\times 10^3/g$)	細菌 ($\times 10^5/g$)	放線菌 ($\times 10^5/g$)
無処理	94	61	8
かん水のみ	57	28	6
Fe 施用のみ	227	49	5
Fe 施用+かん水	219	5	0

注1) 8月9日に作土採取、希釈平板法により調査。室温2～3日培養。

2) 糸状菌はRB培地、細菌、放線菌はEA培地を用いた。

表4 圃場試験におけるバレイショの生育、収量、およびでんぷん価 (1995年)

処理	6/26		7/20		9/8			でんぷん 価 (%)
	草丈 (cm)	草丈 (cm)	茎葉重 (kg/10a)	塊茎重 (kg/10a)	上いも 収量 (kg/10a)	上いも 数 (個/株)	上いも 一個重 (g/個)	
無処理	33.5	70.1	1463	614	5133	14.4	97	17.6
かん水のみ	30.9	74.2	2027	686	5125	15.8	88	17.6
Fe 施用のみ	37.9	72.4	1719	436	6391	16.7	103	17.8
Fe 施用+かん水	25.0	68.6	2267	546	4465	10.4	116	15.6

表5 ジャガイモそうか病に対する資材施用時期と位置の違いによる影響 (1995年)

処理	発病度	発病イモ率	土壌 pH			
			6/13	6/26	7/20	8/31
Fe 施用 (施肥前、全面) + かん水	16	43	4.7	4.7	4.6	4.5
Fe 施用 (培土後、畦上) + かん水	50	88	—	5.8	5.9	4.2

注) 培土後の土壌試料採取に際しては、散布したFeが混入しないよう土壌表面を除いた。

表6 ジャガイモそうか病に対する生育前半の多量かん水の効果 (1996年)

処理	発病度	発病イモ率	萌芽数	草丈	茎葉重	上いも収量
			(45株中)	(cm)	(kg/10a)	(kg/10a)
			6/11	7/01	7/24	9/6
Fe 施用+植え付け期多量かん水	9	27	23	31.6	1430	2330
Fe 施用+萌芽期多量かん水	4	13	25	15.6	1805	2438
Fe 施用+培土期多量かん水	17	49	18	22.0	1962	2636
Fe 施用+多量かん水なし	8	31	20	23.0	1042	2028

注) ハウスにおける試験。多量かん水の月日と概量は次の通り。植え付け期=5/14 (24mm), 萌芽期=6/11 (36mm), 培土期=7/1 (26mm)。これ以外はpF2.3開始で全区一斉に10mmかん水した。

れは、生育後半の塊茎肥大で追いついたことがその要因と思われたが、Fe施用+かん水では十分な回復がなされなかった。この区では、土壌pHが最低4.5程度まで低下しており、極端なpH低下により初期生育を抑制した影響が大きかったため、収量低下につながったものと推察された。

なお、供試した2種類の資材 (Fe, Al) について、

かん水併用時の防除効果と土壌pHの推移は同様の傾向であったので、以下、本報告ではFeを用いることとした。

3. 発病抑制に効果的なかん水手法

表5は、6月中旬の培土期、即ち塊茎形成後期に畦上に資材を表面施用し、直後にかん水を行った処理の効果を露地において検討した結果である。この処

表7 ハウスにおけるかん水開始点と処理期間がジャガイモそうか病の発病に及ぼす影響 (1995年)

かん水処理	資材無施用		Fe 施用	
	発病度	発病イモ率	発病度	発病イモ率
収穫期まで湿 (pF2.3 開始)	53	94	13	39
7月末まで湿 (pF2.3 開始)	53	91	1	5
収穫期まで乾 (pF2.7 開始)	64	91	12	35

表8 ハウスにおけるかん水開始点処理がジャガイモそうか病の発病に及ぼす影響

かん水処理 (全期間)	発病度		かん水回数	
	1994	1995	1994	1995
無施用 pF2.3 開始	53	60	23	16
pF2.7 開始	64	77	9	9
Fe 施用 pF2.3 開始	13	13	23	16
pF2.7 開始	12	27	9	9

表9 1回あたりかん水量の違いがジャガイモそうか病の発病とpHに及ぼす影響 (1995年)

かん水量処理 (mm)	発病度	かん水 回 数	土壌 pH			
			5/15	6/26	7/20	8/31
無施用 全期間 10	38	20	6.0	5.7	6.0	5.5
前半 10、後半 20	35	23	5.7	5.5	5.7	5.5
全期間 20	60	16	5.8	5.6	5.7	5.5
Fe 施用 全期間 10	12	20	4.9	4.7	5.0	4.8
前半 10、後半 20	13	23	4.9	4.5	4.7	4.6
全期間 20	18	16	4.9	4.9	5.0	4.7

注) ハウスにおける試験。資材処理は前年春施用した跡地利用。かん水は全区 pF2.3 開始。
かん水処理の期間は、前半が5/18～7/10、後半が7/11～8/31。

表10 バレイショの生育、収量、およびでんぷん価に及ぼすかん水方式の影響 (1996年)

試験年	処理	発病度	7、8月茎葉重 (FWkg/10a)	上いも収量 (kg/10a)	でんぷん価 (%)
1994	無かん水	89	2000	4793	13.2
	レインガンかん水	63	2400	5127	13.4
1995	無かん水	61	1463	5133	17.6
	ブームノズルかん水	63	2027	5125	17.6

理では資材の土壌混和がなされていないせいもあるが、土壌pHの低下に一ヶ月以上の時間を要し、結果的に発病抑制につながらなかった。

資材施用を行う場合、できるだけ少ない量の資材を施用して効率的にpHを低下させ、塊茎肥大期から収穫時期にかけては徐々にpHの回復を図った方が、跡地の利用上でも有利である。このような観点から、早い時期の多量かん水により資材溶解を促進する効果を1996年にハウスで検討した(表6)。植え付け期や培土期に多量かん水を行った処理と比較して、萌芽期に行った処理の方がpHの回復も早く、発病も少

なかった。またECが低く推移しており、かん水後の生育は一時的に停滞するかに思えたが、萌芽と7月以降の茎葉生育は他の処理区を上回った。

かん水をいつまで継続すべきかについては、1994年のハウスで検討した(表7)。試験ではpF2.7かん水開始をやや乾燥条件と考え、pF2.3かん水開始を収穫期まで続けるか、あるいは7月末で打ち切るかの比較をした。しかし資材施用区ではpHが過度に低下したため、かん水期間の処理間に大きな差が見られなくなった。従ってここでは資材無施用区で比較したが、7月末までのpF2.3かん水処理で全期間かん水処理と

同程度の防除効果が得られた。また、全期間のかん水開始点処理の比較（表8）でも、かん水回数が多いpF2.3開始の防除効果が高かった。

なお、土壌水分ポテンシャルを浅い位置で測定することはpFの変動が激しく、テンシオメータの維持管理上問題が多いので、深さ15cmで測定することを前提とした。

1回のかん水量については、補給かんがいではないので、深さ50cmまでの土層中の有効水分不足量を補給する1回あたりかん水量（＝10～25mm）³⁾では過剰と思われ、作土を湿潤にするのに必要な程度を与えるのが良いと予想した。表9に示すように、発病抑制のみに着目するなら1回のかん水量は10mm程度で十分と思われた。20mmではかん水回数を減らすことはできるが、発病抑制に10mmとの差はないと思われた。また、水分消費が多くなる生育後半にかん水量を増加させる処理でも10mm区との差は見られなかった。かん水量の違いによる土壌pHの推移には明らかな差は生じなかった。

考 察

露地での3年間の試験結果から、土壌の乾燥が進み、かん水によってのみ土壌を湿潤に維持することができるような年には、かん水回数に関わらず、かん水による防除効果が得られると推定された。また、土壌酸度調整資材との併用によってその効果が増大する結果となったことは、安定的に発病を抑制するためには両者の併用が望ましいと思われた。これらの結果から考えると、資材施用後の培土時期までのかん水は、資材の溶解を促進したり、土壌を湿潤に保つことでpHを持続的に低い状態に維持できることで発病抑制効果を示したのではないだろうか。水野ら⁴⁾が述べているように、土壌を湿潤に保つことで土壌溶液中の肥料由来のイオン濃度を低下させ、相対的にアルミニウムイオンの活度を上げたことが、発病抑制につながったとも考えられる。

一方、資材施用後に行う1回程度のロータリ耕では、土壌への資材の均一な混和は難しいであろうし、塊茎接触部位が部分的にpHが高いと、そこから感染して病斑を形成することも考えられる。これに対して施用後の比較的早い時期に一時的に多量の水分を与えることで、資材の溶解と土壌溶液の拡散により、より均一なpH低下効果が得られることが予想される。さらにEC低下により生育抑制を回避することも考えられる。

表5に示した培土時期の資材の畦上施用とかん水の処理では防除効果が小さかったが、この処理ではブーム式ノズルにより茎葉の上からかん水を行った

ため、畦上に十分な水が供給されず散布した資材の溶解が不十分であったことと、pH低下の遅れが、不十分な防除効果をもたらした要因であると考えられる。バレイショ塊茎への病原菌の感染は、塊茎形成初期の早い時期から起こると考えられるので、この時期までに土壌pFを効果的に低下させるためには、施肥・植え付け前に資材を施用しておき、萌芽期前後から適宜かん水することによってpH低下を促進した方が良いと想定される。

以上のことから、資材の施用を前提とすれば、萌芽期をかん水時期のスタートとし、最初に多めのかん水を行うことが、培土時期までの生育初期の効果的なpH低下と、より安定的な生育を得ることができるよう、実用的であると判断した。さらに、7月末までpF2.3かん水開始を継続することで病原菌の活動し難い水分環境に維持することが可能となり、発病抑制をもたらすと考えられる。8月以降の塊茎肥大期にそうか病の発病度が大きく増加することはあまりないことや、この時期のかん水はでんぷん蓄積にマイナスとなることなども考え併せると、かん水期間は7月末までとするのが適当である。

1回のかん水量については、10mm程度の少量でも問題なかったが、労力的にかん水作業が負担となるような場合も想定されるので、1回のかん水量とかん水回数のどちらを優先すべきかについては、個々の条件に応じた対応が望まれる。しかし、特に、土壌の透水性が悪く通気不良となるような土壌では、1回10mmを限度として高頻度かん水を行うべきと考える。

次に、かん水機材についてであるが、従来の成績¹⁾では、防除対策としてかん水を行う場合は、ドリップ式あるいは横飛び型のかん水チューブを設置し、畝の土壌に直接給水することを前提としていた。この方式では茎葉を濡らすことが少ないため、疫病等の病害発生リスクを減らすことができるとされる。しかし、そうか病防除のためにこの施設を設置することは、大面積での栽培を想定した場合に経済的に大きな負担となることや、輪作体系の中でチューブの移動に大きな労力負担が生じる。現在、道内の大規模畑作地帯で、国により整備が進められつつある畑地かんがい事業では、上からのかん水を前提とした大型かん水機器の導入が行われている。これらを用いたかん水で問題なく防除できれば、かん水併用によるそうか病防除の場面がより広がると期待される。今回の試験では、気象条件の制約から実際のかん水回数は少なかったが、上からかん水する方式でも、疫病などの特異的な発生は見られず、7月下旬から8月始めにかけての茎葉重が低下する傾向はなか

った(表10)。従ってこれらの機材を用いても、疫病発生に対して大きな問題は生じないと考えられた。なお、チューブ以外の機材では、口径の大きなノズルを用いると、土壌を跳ね上げてそれが茎葉に付着し、病害発生を助長することも想定される。このため、茎葉繁茂による被覆程度が少ない生育初期のかん水は、ノズルを水滴の細かいタイプにしたり、リールマシンにはブーム式ノズルを組み合わせた方が良いと考えられた。

謝 辞 試験実施に当たり、小清水町役場産業課、並びに同町泉国営畑地かんがい体験圃場管理センターの辻ノ内貞利氏には絶大なるご協力をいただいた。同町泉の竹内 弘氏、佐伯厚次氏には快く圃場を提供下さった。また、本報告をまとめるにあたり、道立北見農業試験場今友親研究部長、同東田修司土壌肥料科長、道立中央農業試験場沢口正利環境化学部長の校閲をいただいた。これらの皆様方に、記して心より謝意を表する。

引用文献

- 1) 北海道立道南農試・同十勝農試. "土壌環境制御によるばれいしょのそうか病の耕種的防除". 平成4年普及奨励ならびに指導参考事項. 北海道農政部. 1992. p.168.
- 2) 土屋貞夫監修. "ジャガイモそうか病—診断と発病調査基準—". 北海道馬鈴しょ生産安定基金協会. 1994.
- 3) 竹内晴信, 松中照夫, 市川信雄, 宮脇 忠. "網走地域における主要畑作物に対するかん水指針". 日本土壌肥科学雑誌. 67,430-434(1996).
- 4) 水野直治, 吉田穂積, 山本和宏. "ジャガイモそうか病発生に対するイオン強度および施肥法の影響". 日本土壌肥科学雑誌. 66, 639-645(1995).

Control of Potato Scab Pathogenes by Irrigation Under Lowered Management of Soil pH
Harunobu TAKEUTI*

*Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station(Present, Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Kamihoromui, Iwamizawa, Hokkaido, 069-03, Japan)