

## 「幸水」の被覆尿素を用いた局所施肥

長野県南信農業試験場 栽培部

主任研究員 塩 原 孝

### 1. はじめに

日本ナシ「幸水」は、全国のナシ生産量の約3割を占める主要品種だが、各産地とも高樹齢化にともなって生産量が低下してきており、その生産力回復が急務となっている。平成10～14年に長野県、茨城県および埼玉県の3県共同で、土壌・施肥管理やせん定の改善による増収対策に関する試験に取り組み、窒素施肥配分の解明、根量増加技術などの成果を得た。

しかし、生産現場で増収や大玉化を目的として慣行的に行われていた窒素多施用を改善するまでには至らなかった。当時の実態調査によると、長野県の窒素施肥量は10a当たり約29kgと県施肥基準の約1.6倍も多かった。慣行的な施肥方法である全面表面施肥では、草生による吸収が多いなど施肥効率が低く、必ずしも増収は見込めず、むしろ余剰窒素による地下水の硝酸性窒素汚染など環境への悪影響が懸念された。

そこで、環境への負荷を軽減しながら、慣行と同等の果実収量、品質および樹体生育を維持できる窒素施肥法の開発が求められた。長野県では、平成16～18年にかけてナシ「幸水」成木樹に対し、窒素施肥量を慣行施肥の50%に削減することを目標として、肥効調節型肥料を用いた局所施肥法について検討した。

### 2. 試験方法

県の施肥基準あるいは農家慣行施肥を対照（全面施肥区）とし、2つの局所施肥法について、試験場の場内圃場（A及びB圃場：淡色黒ボク土・草生管理）で平成16年から3カ年、現地

写真1. 部分深耕の様子

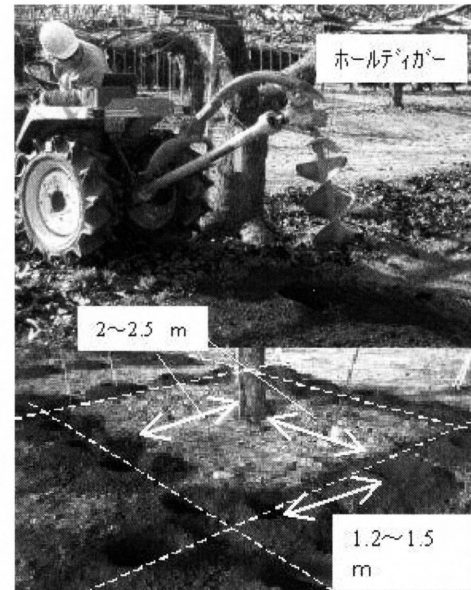
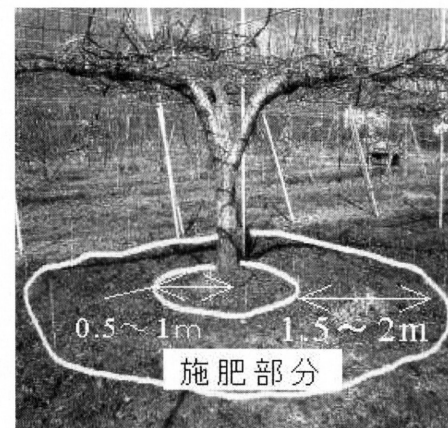


写真2. 表面局所施肥の施肥部分



圃場（H圃場：褐色森林土・草生管理、K圃場：淡色黒ボク土・清耕管理）で平成17年から2カ年試験を行った。

#### (1) 局所施肥法①：部分深耕施肥

試験開始時に主幹から2～2.5m離れた4方向に1.2～1.5m間隔でホールディガーにより直径

表1. 部分深耕の方法

	栽植本数、距離 (本/10a)		穴数 <sup>1)</sup>		堆肥量		LP50 (g/穴)
			(個/樹)	(個/10a)	(kg/1穴)	(kg/10a)	
場内A圃場 <sup>2)</sup>	15	8m×8.5m	26	390	2.6	1	47
現地H圃場	49	4.5m×4.5m	8	392	1.9	0.75	38
現地K圃場	22	7m×6.5m	18	396	2.5	1	63

注1) 10aに390個の穴をあけるには樹列に沿って1.2～1.5m間隔で縦横方向にあける

2) 場内1年目は、6穴/樹、LP50 202g/穴、堆肥 11kg/穴

30cm, 深さ50cmの穴を開けた後, 堆肥を混和して埋め戻した(写真1, 表1)。

基肥は, 各穴の表層10cmにリニア型50日タイプの被覆尿素LPコート50(LP50)を施用し, 混和後埋め戻した。試験2年目を以降も同部位にLP50を施肥した。9月肥は, 硝安を主幹周辺の幅1.5~2mの環状に部分深耕部が入るように表面施用した。

(2) 局所施肥法②: 表面局所施肥

基肥および9月肥に, 場内B圃場と現地K圃場では, 主幹から1m離れた位置から幅2mのドーナツ状に, 現地H圃場では, 主幹から0.5m離れた位置から幅1.5mのドーナツ状に表面局所施肥した(写真2)。基肥にはLP50を, 9月肥には硝安を用いた。

表2. 場内圃場の施肥設計

(Nkg/10a)

場内	試験区	基肥			9月肥			N合計	N減肥率(%)
		N量	施肥位置	N形態	N量	施肥位置	N形態		
A圃場	部分深耕施肥区	7.5	深耕部上層	LP50	2.5	表面局所	硝安	10.0	50
	全面施肥区	15.0	表面全面	有機入り化成	5.0	表面全面	硝安	20.0	
B圃場	表面局所施肥区	7.0	表面局所	LP50	3.0	表面局所	硝安	10.0	50
	全面施肥区	14.0	表面全面	有機入り化成	6.0	表面全面	硝安	20.0	

試験期間:平成16~18年, 土壌:淡色黒ボク土, 試験開始時樹齢:A圃場 28年生 B圃場 25年生, 草生  
堆肥:A圃場 1t/10a B圃場 無施用, 栽植距離:A圃場 8m×8.5m B圃場 8m×7.2m, 1区3樹反復ナシ

表3. 現地圃場の施肥設計

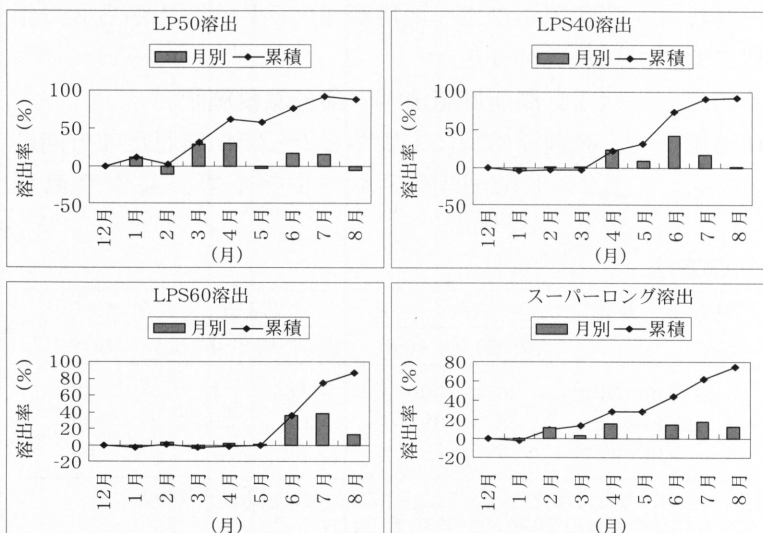
(Nkg/10a)

現地	試験区	基肥			追肥1 N量	追肥2 N量	9月肥			N合計	N減肥率(%)
		N量	施肥位置	N形態			N量	施肥位置	N形態		
H圃場	部分深耕施肥区	6.3	深耕部上層	LP50			7.0	表面局所	硝安	13.3	50
	表面局所施肥区	6.3	表面局所	LP50			7.0	表面局所	硝安	13.3	50
	全面施肥区	6.3	表面全面	有機入り化成	6.3		13.9	表面全面	硝安	26.5	
K圃場	部分深耕施肥区	10.5	深耕部上層	LP50			3.2	表面局所	硝安	13.7	50
	表面局所施肥区	10.5	表面局所	LP50			3.2	表面局所	硝安	13.7	50
	全面施肥区	12.0	表面全面	有機入り化成	5.8	3.2	6.4	表面全面	硝安	27.4	

試験期間:平成17~18年, 土壌:H圃場 褐色森林土 K圃場 淡色黒ボク土, 試験開始時樹齢:H圃場 20年以上 K圃場 32年生,  
堆肥:H圃場 0.75t/10a K圃場 1t/10a, 栽植距離:H圃場 4.5m×4.5m K圃場 7m×6.5m, 1区3~4樹反復ナシ

図1. 部分深耕施肥における溶出タイプ別のLP50の溶出経過

(平成16年度)



(3) 試験区の構成

両局所施肥とも基肥時のLP50の窒素量は, 全面施肥の基肥と9月肥以外の追肥の含量の50%とした。また, 9月肥の硝安の窒素量も全面施肥の50%とした(表2,3)。

3. 局所施肥に用いた被覆尿素的溶出パターン検討

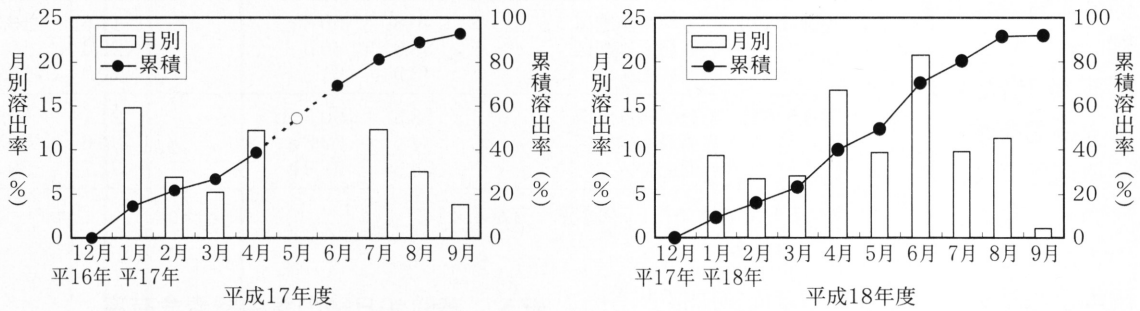
(1) 部分深耕施肥

試験期間中, 毎年12月中旬に場内圃場清耕部の深さ5cmにLP50の2.5gをネットに包み埋設し, 翌年9月まで1ヶ月毎に回収, 残存窒素量を測定して溶出経過を調べた。

平成16年度に、溶出タイプの異なる被覆尿素4種類の溶出経過を比較したところ、LP50が3～6月の溶出率が高く、先に明らかになった「幸水」の窒素吸収特性に適すると考えられた(図1の左上、LP50溶出)。

平成17年度のLP50の溶出経過は、3月に約5%と前年の25%に比べ低かったものの4～7月は毎月12%前後と安定した溶出が見込まれた(図2)。平成18年度もLP50で、4～7月に毎月10～20%程度の溶出が認められた(図2)。

図2. 部分深耕施肥におけるLP50の溶出経過



注) 累積折れ線の点線部の5月は埋設試料紛失のため、推定値。

図3. 草生部と清耕部に表面施肥したLP50の溶出

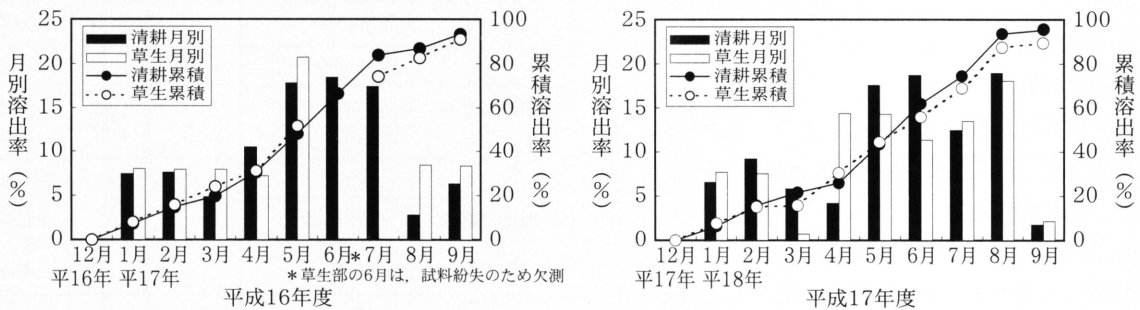
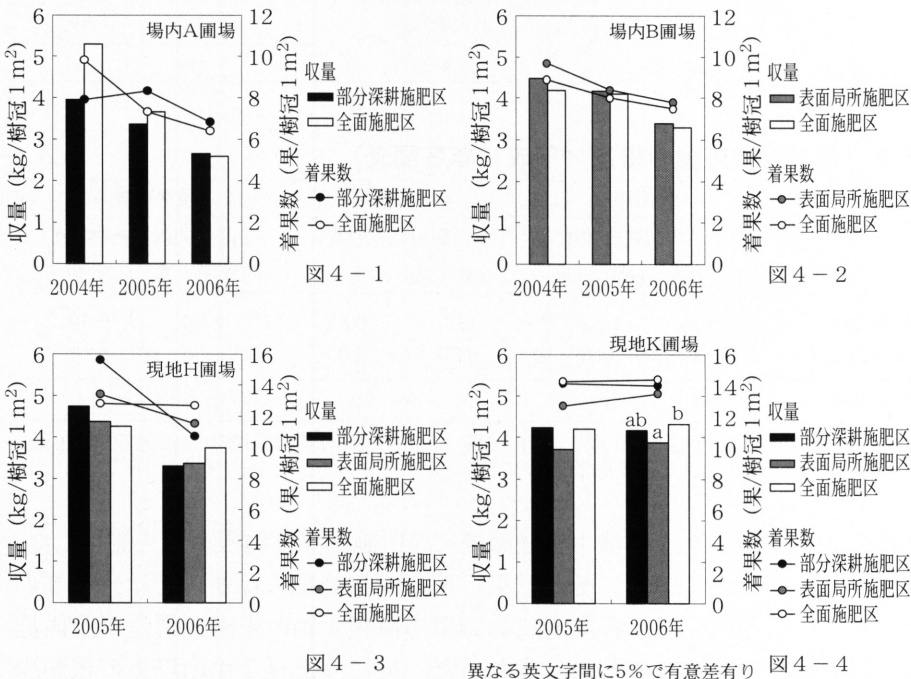


図4. 圃場別の果実収量および着果数の年次変化



以上の結果から、3ヶ年を通じてLP50は部分深耕施肥の基肥施用に適する溶出パターンを有すると判断された。

(2) 表面局所施肥

平成16年度及び17年度に、12月中旬に場内圃場の清耕部及び草生部の表面にLP50をネットで包み設置し、部分深耕施肥と同様に翌年9月まで1ヶ月毎に回収、残存窒素量を測定して溶出経過を調べた。

その結果、表面施用されたLP50の溶出は、両年度とも清耕部、草生部ともに

5～6月を中心に多くなり、追肥を行うのと同等の効果が得られ、「幸水」の窒素吸収特性に適すると判断された(図3)。

#### 4. 局所施肥がナシの収量、樹体生育等に及ぼす影響

##### (1) 樹冠1m<sup>2</sup>当たりの収量および着果数

部分深耕施肥では、A圃場において1年目に樹のばらつきが大きかった

が、3圃場とも試験期間を通して全面施肥区と有意差はなかった(図4-1,3,4)。表面局所施肥では、平成18年の現地K圃場で全面施肥区より果実収量が有意に低くなったが、他の試験圃場では差はなかった(図4-2,3,4)。

##### (2) 果実品質

部分深耕施肥、表面局所施肥とも、全圃場、全試験期間を通じて対照の全面施肥と差は認められなかった(図表省略)。

##### (3) えき花芽着生率

平成18年の現地K圃場を除き、部分深耕施肥と表面局所施肥のえき花芽着生率は全面施肥と有意差はなかった(表4)。

##### (4) 側枝先端の新梢長

場内圃場において側枝先端(長果枝、短果枝含む)新梢長を調査したところ、部分深耕施肥、表面局所施肥とも全面施肥と差はなかった(図表省略)。

##### (5) 満開40日後の葉中窒素含有率

一部の年次で差がみられたものの部分深耕施肥、表面局所施肥ともに全面施肥とほぼ同等であり、窒素を50%削減したこによる影響はないと考えられた(表5)。

##### (6) 根量

場内圃場では試験2年経過後、現地圃場では試

表4. えき花芽着生率の年次変化 (%)

圃場	試験区	予備枝発生新梢			潜芽発生新梢		
		平16年	平17年	平18年	平16年	平17年	平18年
場内A圃場	部分深耕施肥区	83.7	57.7	75.2	41.3	27.7	33.7
	全面施肥区	79.0	54.3	56.3	48.0	31.3	41.1
場内B圃場	表面局所施肥区	78.3	56.5	70.6	33.8	28.6	27.1
	全面施肥区	77.0	52.0	67.1	30.9	32.3	30.9
現地H圃場	部分深耕施肥区		40.8	60.8		17.5	13.3
	表面局所施肥区		38.6	60.0		22.4	19.1
	全面施肥区		43.9	61.8		19.9	15.4
現地K圃場	部分深耕施肥区		58.5	60.5 ab		21.7	16.9 a
	表面局所施肥区		57.4	57.5 a		24.6	20.0 a
	全面施肥区		54.3	62.9 b		22.7	29.5 b

異なる英文字間には、5%水準で有意差あり

表5. 満開40日後の葉中窒素含有率 (乾物当たり%)

圃場	試験区	平16年	平17年	平18年
場内A圃場	部分深耕施肥区	2.81	3.23	2.98
	全面施肥区	3.00	3.19	3.00
	有意性	n.s.	n.s.	n.s.
場内B圃場	表面局所施肥区	2.74	2.95	2.97
	全面施肥区	2.85	3.22	2.96
	有意性	n.s.	*	n.s.
現地H圃場	部分深耕施肥区		2.82	2.88 a
	表面局所施肥区		2.95	3.04 b
	全面施肥区		3.16	3.15 b
	有意性		n.s.	*
現地K圃場	部分深耕施肥区		3.16	2.96
	表面局所施肥区		3.19	2.97
	全面施肥区		3.21	2.86
	有意性		n.s.	n.s.

表6. 部分深耕施肥の根量(平成17年冬調査) (g)

	場内A圃場		現地K圃場		現地H圃場	
	直径別の根乾物重g		直径別の根乾物重g		直径別の根乾物重g	
	1mm未満	1mm以上	1mm未満	1mm以上	1mm未満	1mm以上
部分深耕区 <sup>1)</sup>	1.95	1.52	1.00	0.62	2.54	0.59
全面施肥区 <sup>2)</sup>	0.43	3.10	0.60	3.02	1.63	6.18
分散分析 <sup>3)</sup>	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注1): 部分深耕穴内の直径30cm深さ50cm根量, 2): 1)と同位置の直径30cm深さ50cm根量, 3) \*\*: 1%有意, n.s.: 有意差なし

験1年経過後に局所施肥部位の根重量を測定した。

その結果、部分深耕施肥の深耕部では、いずれの圃場においても直径1mm未満の根量が全面施肥より多かった。逆に、直径1mm以上の根が少

なかったが、これは深耕の際に太根を切断するためと考えられた(表6)。

表面局所施肥では全面施肥と有意差はなかったが、直径1mm未満の細根がやや多い傾向があり、処理の継続により表面局所施肥部位直下に根が多くなる可能性があった(表7)。

(7)以上のことから、両局所施肥法により年間の施肥窒素量を50%削減しても、「幸水」の果実収量・品質及び樹体生育は、3年程度は慣行施肥とほぼ同等に維持できると判断された。

また、部分深耕施肥では深耕部に明らかに直径1mm未満の細根が多くなり、表面局所施肥でも施肥直下に細根が多くなる可能性があった。

5. 3年経過後の土壌可給態窒素量

部分深耕施肥では、深耕部穴内は明らかに可給態窒素が多かった。窒素無施肥部の穴外では全面施肥よりやや少なかったが、圃場内のばらつきの範囲内と判断された。表面局所施肥では窒素施肥部と無施肥部の間に差はなかった(表8)。3年程度では窒素無施肥部における可給態窒素量の低下はないと考えられた。

6. 深さ1mの土壌(10cm厚)中に存在する土壌溶液中硝酸態窒素量の試算

同一圃場の試験区間の土壌溶液量を同量と仮定して、局所施肥部および無施肥部の深さ1mにおける土壌溶液中硝酸態窒素濃度と施肥部位の面積から厚さ10cmの土層の土壌溶液中に存在する硝酸態窒素量を試算すると、部分深耕施肥では、現地2圃場とも6月までは全面施肥より少なく、6月以降は同等の傾向であった(図5)。表面局所施肥においても同様の傾向が認められ、3圃場とも冬季から初夏にかけて全面施肥より少ない傾向であった(図6)。このことから、両局所施肥により、深さ1mより下層へ移行する硝酸態窒素量は全面施肥より少な

表7. 表面局所施肥の根量(平成17年冬調査)

	場内B圃場		現地K圃場		現地H圃場	
	直径別の根乾物重g		直径別の根乾物重g		直径別の根乾物重g	
	1mm未満	1mm以上	1mm未満	1mm以上	1mm未満	1mm以上
表面局所施肥区	1.95	2.41	0.90	2.84	2.21	5.02
全面施肥区	1.28	1.72	0.60	3.02	1.63	6.18
t検定	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

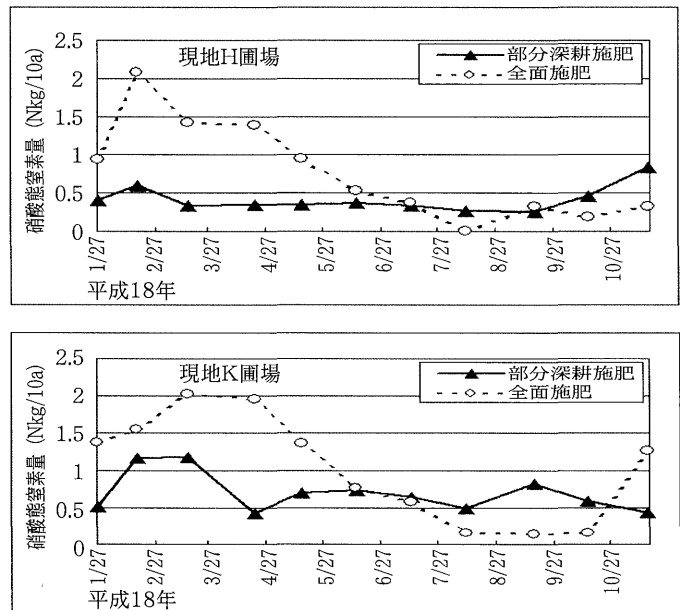
注): 根の採取部位は主幹から2m離れた位置の直径30cm深さ50cmの円柱内, n.s.: 有意差なし

表8. 3年経過後の土壌可給態窒素量(場内試験)

場内A圃場	部分深耕施肥		全面施肥
	深耕部穴内	深耕部外	
0-15cm	16.8	10.3	12.6
15-30cm	14.7	8.7	9.7
場内B圃場	表面局所施肥		全面施肥区
	窒素施肥部	窒素無施肥部	
0-20cm	10.6	10.2	7.7
20-40cm	11.1	12.0	6.6

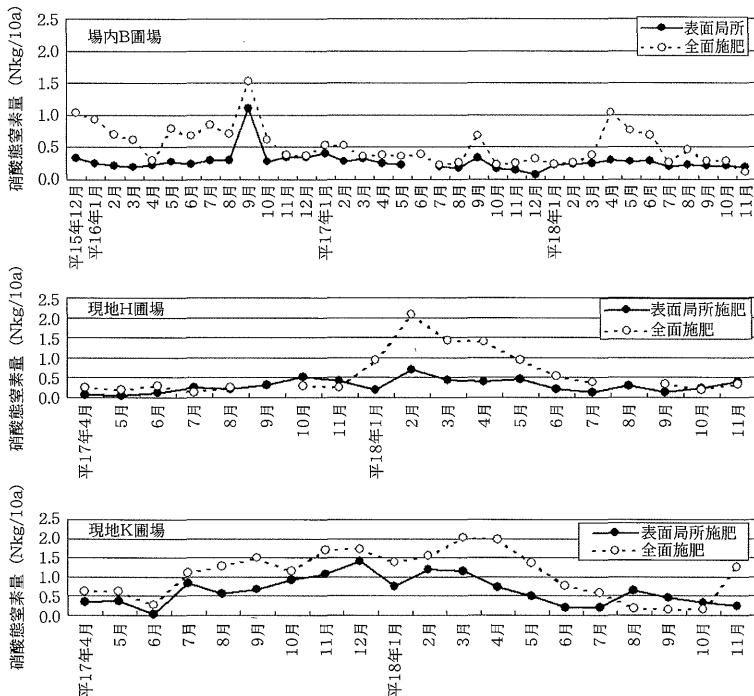
採土 平成18年10月  
pH7.0リン酸緩衝液による抽出後、比色法可給態窒素測定器にて測定した数値

図5. 部分深耕施肥における深さ1mの土壌(10cm厚)中に存在する土壌溶液中硝酸態窒素量の月別試算



注) 土壌孔隙率を70%, 最大容水量の60%の水分状態と仮定し、局所施肥区は窒素施肥部位と無施肥部位の面積を比例配分し、それぞれの濃度を乗じて試算した。無印の月は採水できなかった。

図6. 表面局所施肥における深さ1mの土壌(10cm厚)中に存在する土壌溶液中硝酸態窒素量の月別試算



注) 土壌孔隙率を70%, 最大含水量の60%の水分状態と仮定し, 局所施肥区は窒素施肥部位と無施肥部位の面積を比例配分し, それぞれの濃度を乗じて試算した。

11.2kgとし, 粒状過りん酸石灰および塩化加里で施用した。

結果, 表面局所施肥区の肥料代は単価の高い被覆尿素を使っても, 10a当たり8,883円となり, 全面施肥区(13,580円)の65%に抑えられ, 肥料代節減にも効果が認められた(表9)。

### 8. まとめ

ナシ「幸水」成木樹に対し, 2つの局所施肥法(部分深耕施肥, 表面局所施肥)を検討したところ, 窒素施肥量を慣行施肥の50%に削減しても, 果実収量・品質, 樹体生育等を慣行施肥と同等に維持しつつ, 環境への負荷を軽減できると考えられた。

また, 場内圃場の施肥設計で試算した表面局所施肥区の肥料代は, 全面施肥区の65%に抑えられた。

ただし, 両局所施肥法とも試験期間が2~3年と短いため, 長期間の施用効果についてはさらに検討が必要である。

表9. 表面局所施肥における肥料代の試算(場内圃場)

(平成20年7月現在)

試験区	肥料名	単価(円/kg)	10a当たり		
			成分施用量(kg)	現物施用量(kg)	肥料代(円)
局所50%区	基肥	LP50	N 7.0	17.5	4637.5
		粒状過りん酸石灰	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 8.4	48.0	2880.0
		塩化加里	K <sub>2</sub> O 11.2	18.7	1365.1
	9月肥	硝安	N 3.0	8.8	910.8
				合計	9793.4
対照区	基肥	有機入り化成 (粒状うまくだ有機55特号)	N 14.0	140.0	13580.0
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 8.4		
			K <sub>2</sub> O 11.2		
	9月肥	硝安	N 6.0	17.6	1821.6
			合計	15401.6	

注) 南信農業試験場の最寄りのJA資材センターにおける平成20年7月現在の販売価格

くできる可能性が示唆された。

### 7. 肥料代の試算

場内B圃場の試験設計に基づいて表面局所施肥における肥料代を試算した。表面局所施肥区のリン酸およびカリの量は, 対照の全面施肥区の有機入り化成に揃え, それぞれ10a当たり8.4kg,

### 参 考 資 料

長野県南信農業試験場他: 早生ナシ「幸水」の施肥効率向上とせん定改善による多収生産技術の開発, 先端技術等地域実用化研究促進事業(農林水産新技術実用型)研究成果報告書, 2003