

## CAF 全量基肥・接触施肥法による不耕起 デントコーン栽培の環境負荷軽減効果の強化

東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター  
伊藤 豊 彰  
(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所  
井上 博 道

### 1. はじめに

不耕起栽培は耕耘や整地を省略した栽培法であり、①土壌侵食の防止 ②耕耘、整地作業の省略による省力・低コスト化、化石燃料の節減 ③土壌水分保持量の増加 ④ミミズなどの小動物や微生物の増加、などのメリットが挙げられ、さらに近年では温暖化対策の一つとして不耕起栽培における土壌の炭素貯留（隔離）機能が注目されている<sup>1)</sup>。

一方で、土壌が硬いために根の伸長が抑制されやすいこと、全面施肥では肥効低下や土壌表層の酸性化が起こりやすいこと、条施用では出芽時に濃度障害の可能性が大きいこと、土壌窒素の無機化量が少ないために収量が低下する可能性があること、さらに播種時の雑草処理のために非選択性除草剤の散布量が増加する、などのデメリットもある。

本稿では東北大学大学院農学研究科フィールドセンターで実施した研究<sup>2, 3, 4, 5)</sup>をとりまとめ、デントコーンの不耕起栽培における肥効調節型肥料(CAF)の全量基肥・接触施肥法<sup>6)</sup>の有効性を明らかにした。

### 2. 栽培試験の概要

東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター（非アロフェン質黒ボク土）に不耕起区と耕起区（ロータリー耕、ハローで整地）を設置し、デントコーン（*Zea mays* L. var. *indentata* STURT cv. パイオニア3352, RM118）の栽培試験を1995～1998年の4年間同一圃場で継続した。

施肥処理としては、窒素肥料として硫安および肥効調節型肥料（ポリオレフィン被覆尿素）であるLP30とLP70（それぞれ50, 100kgN/ha）を混合して全量基肥で種子と同じ位置に接触施用し

た。なお、耕起・慣行区では硫安100kgN/haを種子の5cm下方に施用し、草丈1mになった時期に50kgN/haを追肥した。1996～1998年にLP30+LP70区と硫安区に重窒素施用のサブプロットを設け、肥料窒素の利用率を求めた。リン酸、カリ肥料は全処理区で共通とし、リン酸肥料として被覆重過石30日タイプ（1995年）または粒状熔リン（1996～1998年）、カリ肥料として被覆塩化カリ70日タイプを用いた。

デントコーンの播種は5月中旬に畦幅72cm×播種間隔18cmで播種し、最終的に1本立てとした。各処理は乱塊法で3反復とした。

### 3. 肥効調節型肥料の接触施肥による不耕起栽培 デントコーンの生育・収量および養分吸収 1) 出芽率

図1. 播種後14日間の降水量と全量基肥接触施肥区の出芽率

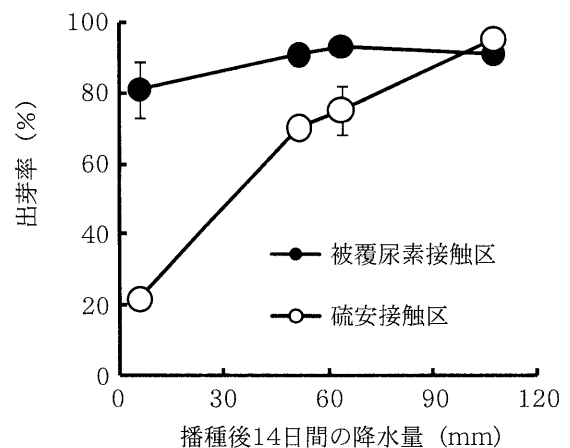


図1に、出芽時の積算降水量の異なる4年間における不耕起区の被覆尿素および硫安（いずれも全量基肥・接触施肥）施用区の出芽率を示した。被覆尿素区では、種子と接触施用しても種子近傍のECを高めないために、出芽率は81～93%と安定して高かった。一方、硫安を接触施肥すると濃

度障害によって出芽率は22～95%と播種後の降水量により大きく変動した。また、不耕起栽培では硫安施用においても耕起栽培より出芽率が高くなる傾向があった。これは、不耕起区では耕起による毛管切断がないために下層土からの水分供給により播種部位の水分含量が相対的に高いためと考えられた。

## 2) 乾物収量および窒素吸収

不耕起・被覆尿素30+70区のデントコーンの乾物収量(表1)は、耕起・硫安慣行区に比べて同等もしくは高く、耕起・被覆尿素30+70区とほぼ同等であった。また不耕起・硫安区では気象により収量が左右されやすく、乾燥年(塩類障害

による初期生育不良)および多雨年(肥料窒素の溶脱)とも収量が低下したのに対して、不耕起・被覆尿素30+70区では気象による変動は少なく、安定して高い乾物収量を得ることができた。

施肥窒素利用率(表2)は不耕起・被覆尿素30+70区で50～60%と最も高かった。これに対して、不耕起・硫安区では、窒素吸収量は気象により変動し、乾燥や多雨により施肥窒素利用率が26%～27%に低下し、また、耕起・被覆尿素30+70区では39～45%、耕起・硫安慣行区では27～30%と低い値を示した。

由来別窒素吸収量(表3)をみると、土壌由来窒素吸収量は耕起区より不耕起区で低い傾向を示

表1. デントコーンの乾物収量に及ぼす耕起処理と施肥処理の影響

施肥処理	4年間の平均	乾物収量 (Mg ha <sup>-1</sup> )			
		1995年	1996年	1997年	1998年
不耕起 被覆尿素30+70	16.7	19.6 a	16.9 a	15.8 a	14.6 a
	硫安	13.3	18.4 ** a	9.1 b	15.5 a
耕起 被覆尿素30+70	15.9	18.2 a	16.5 a	15.3 a	13.7 ab
	硫安	—	8.1 b	11.9 a	12.5 bc
	硫安慣行	19.4 a	—	12.9 a	11.7 bc

異なる記号は5%水準で有意差があることを示す。

\*\*基肥+追肥で行った。

表2. デントコーンの施肥窒素利用率 (%)

耕起処理	肥料種	1996年		1997年		1998年	
不耕起	被覆尿素30+70	50 a	60 a	58 a			
	硫安	26 b	51 ab	27 b			
耕起	被覆尿素30+70	45 a	39 bc	39 ab			
	硫安	16 b	23 c	31 b			
	硫安慣行	—	30 c	27 b			

異なる記号は5%水準で有意差があることを示す。

表3. デントコーンの由来別窒素吸収量

耕起処理	肥料種	肥料由来窒素 (kg ha <sup>-1</sup> )			土壌由来窒素 (kg ha <sup>-1</sup> )		
		1996年	1997年	1998年	1996年	1997年	1998年
不耕起	被覆尿素30+70	75	89	87	105	79	59
	硫安	39	76	40	62	97	66
耕起	被覆尿素30+70	68	58	59	105	99	89
	硫安	24	34	46	61	108	86
	硫安慣行	—	45	41	—	105	95

した。これは、不耕起栽培では耕耘しないために攪乱効果による土壌有機態窒素の無機化促進が起こらないためである。しかし、全窒素吸収は不耕起区と耕起区で違いが生じなかったのは、肥効調節型肥料の接触施肥と不耕起区のデントコーンの表層での養分吸収能が高いこと(後述)により、表層施肥窒素の吸収量が増加したためと考えられる。

## 3) デントコーンの養水分吸収活性

上層(重窒素注入深さ2.5cm)における不耕起区のデントコーンは耕起区に比べ1.5～2.0倍の窒素吸収速度を示し、有

意水準5%で差が認められた(図2)。これは、根系発達の傾向(深さ0-5cmでは不耕起区は耕起区よりも総根量が多く、二次根(細根)の量は2.1倍であった。)と一致した。下層(重窒素注入深さ22.5cm)における窒素吸収速度は、不耕起区と耕起区に有意な差は認められなかった。このことは、不耕起では下層での根量が少ないが、不耕起区のデントコーンの体内リン酸濃度が高いために根の養分吸収活性が高まっていた可能性がある。

出液速度により、能動的吸水量の推定が可能である。図3は、不耕起区と耕起区で深さ0-15cm層の土壤水分張力に差が見られた時期(1999年6月11日、3-4葉期)のデントコーンの出液速度

(水分吸収速度)を地上部乾物重との関係により示したものである。デントコーンの地上部乾物重あたりの水分吸収速度(出液速度)は、耕起区に比べて不耕起区で高かった(Inoue et al., 2001)。これは、不耕起表層土壌の土壤水分含量が高いことを反映した結果である。

以上の結果より、不耕起区では耕起区に比べて、表層0-5cmでのデントコーンの根量および細根が多いために個体あたりの窒素吸収活性が高く、さらに土壤水分保持量が多い不耕起土壌では降雨がない日が続いた場合に耕起土壌に比べ作物への水分供給量が多いことが、不耕起区における施肥窒素利用率の向上に寄与したと考えられる。

図2. 深さ別窒素吸収速度の比較

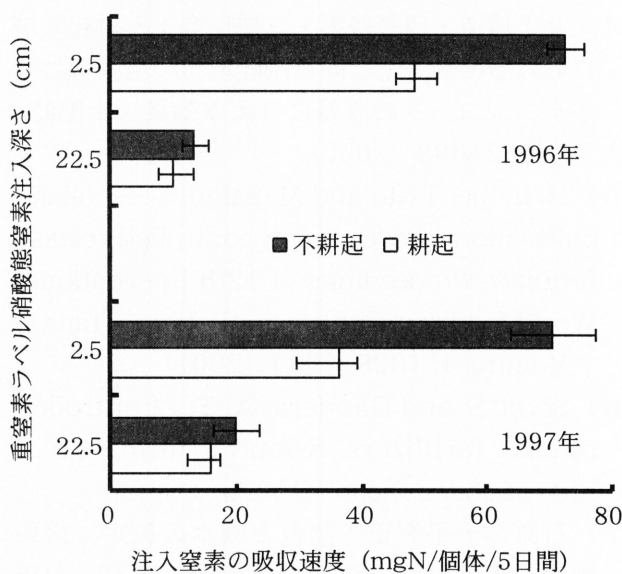
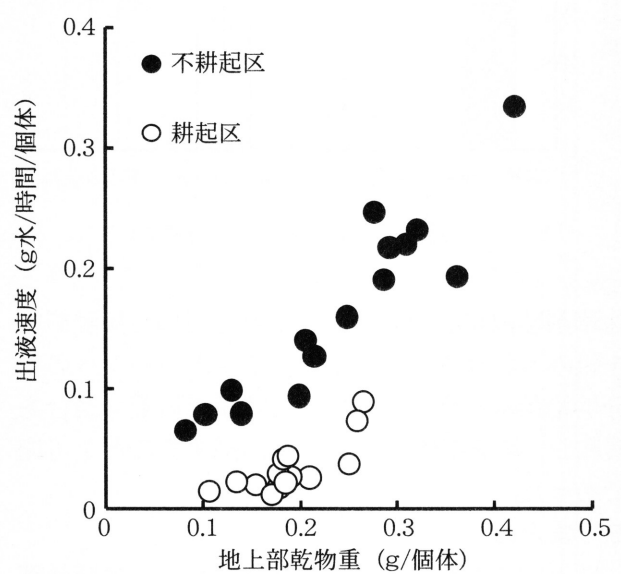


図3. 出液速度の比較



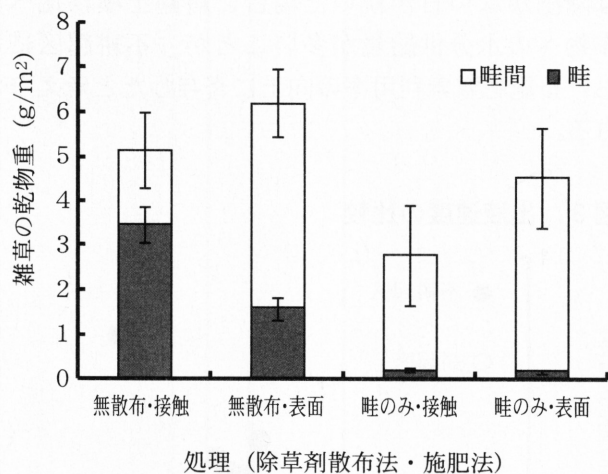
窒素吸収速度の測定方法: デントコーンの根系が下層まで充分発達したと考えられる出穂期(1996年8月12日, 1997年は8月8日)に硝酸カルシウム(1996年, 50.4 atom%), または硝酸カリウム(1997年, 50.5 atom%)を用いて、耕起法の違いによるデントコーンの養分吸収能を比較した。デントコーンの株を中心とした半径5cmおよび10cmの同心円上のそれぞれ6地点、計12地点に硝酸態窒素溶液10mLを注射器を用いて均一に注入した(1個体に200mgN)。調査個体として不耕起区、耕起区において草丈および稈基部の茎周が平均的な個体を選び(4反復)、注入個体の両隣りの個体は刈り取り、注入した個体は5日後に回収した。注入深さは0-5cm層と15-30cm層の中心とした。

出液速度の測定方法: 耕起、不耕起土壌の水分供給能を石原・平沢<sup>7)</sup>の出液速度によって比較した。不耕起区と耕起区で深さ0-15cm層の土壤水分張力に差が見られた、1999年の6月11日(3-4葉期)のデータを示した。デントコーンの地上部をカミソリで切断し、水分が蒸発しないようにラップフィルムで覆った脱脂綿で出液を1時間回収した。15個体について、出液速度が最大に達する午前9時から10時にかけて測定を行った。

#### 4. 全量基肥・接触施肥法を活用した不耕起栽培における雑草防除法の改善

播種後の選択的除草剤を散布しない場合、接触施肥では畦間に肥料が散布されないために、表面施肥に比べて雑草が畦間で少なく、畦で多くなった。そこで接触施肥と除草剤の畦のみ散布を組み合わせると、畦間の雑草の成長を抑制しつつ、畦に集中する雑草を効果的に防除できた(図4)。

図4. 除草剤散布法と施肥法の組み合わせが雑草生育量に与える影響



除草剤畦散布と肥効調節型肥料を用いた接触施肥を組み合わせることにより、デントコーンへの養分供給効率を高めるとともに雑草との養分競合を緩和し、除草剤使用量を72%削減することが可能であった。

#### 5. まとめ

以上のことから、不耕起栽培においては肥効調節型肥料を用いた全量基肥・接触施肥が、出芽率

を安定させ、表層での養水分吸収活性が高いために施肥窒素利用率をさらに高め、持続的に高い収量を得ると同時に、環境負荷(硝酸態窒素の溶脱、除草剤使用量の削減)を軽減するのに有効であると結論された。

#### 引用文献

- 1) R. Lal : Soil carbon sequestration to mitigate climate change, *Geoderma*, 123, 1-22 (2004)
- 2) 伊藤豊彰・井上博道・三枝正彦 : 耕起法と窒素肥料種が全量基肥・接触施肥栽培におけるデントコーンの出芽に及ぼす影響, *土肥誌*, 71, 187-193 (2000)
- 3) 井上博道・伊藤豊彰・三枝正彦 : 全量基肥・接触施肥・不耕起栽培におけるデントコーンの養分吸収と収量性, *土肥誌*, 71, 674-681(2000)
- 4) 井上博道・伊藤豊彰・三枝正彦 : 不耕起栽培における接触施肥と除草剤畦散布の組み合わせがデントコーンの収量に与える効果, *土肥誌*, 71, 682-688 (2000)
- 5) H. Inoue, T. Ito and M. Saigusa : Notillage cultivation of corn using controlled release fertilizer, *Proceedings of 12th International World fertilizer Congress (Beijing, China)*, Volume 1, 1028-1034 (2001)
- 6) Shoji, S. and Gandeza, A. T. : Controlled release fertilizers. Konno Printing Co., Ltd., Sendai, Japan (1992)
- 7) 石原邦・平沢正 : 蒸散と吸水の測定, 最新作物生理実験法, 農業技術協会, 東京, 106 (1985)