

ブドウ園における牛ふん堆肥の連年施用が土壌、樹体生育 および果実品質に及ぼす影響

加藤 治・古屋 栄¹・手塚誉裕・渡辺晃樹・内藤一孝

¹現 専門学校山梨県農業大学校

キーワード : ブドウ, 牛ふん堆肥, 施用量, 連年施用

緒言

永年性作物の果樹では、植え付け後の根圏環境を良好に維持するために、土壌管理の一貫として長期的に有機物資材を施用することが多い¹⁾。実際に山梨県の樹園地では、牛ふん堆肥、発酵鶏ふんおよび有機物資材を主体とした配合肥料が多く利用されている。

山梨県のブドウ園で利用の多い有機物資材である牛ふん堆肥の年間施用量は、2011 年に改訂された山梨県農作物施肥基準より土壌中へのリン酸やカリ等の無機成分の蓄積を考慮して $1 \text{ t} \cdot 10 \text{ a}^{-1}$ を上限とすることが奨励されている²⁾。しかし、牛ふん堆肥施用量が樹体生育や果実品質に及ぼす影響について、詳細は明らかになっていない。

これまでに、リンゴ、柑橘類においては、有機物資材の 10 年以上にわたる連年施用が土壌および果実品質などに及ぼす影響³⁾ が報告されている。

ブドウ園において黒ボク土壌では有機物を長期的に連用すると、土壌表層 0~10 cm で全炭素濃度が増加する⁴⁾ことが報告されているが、ブドウ園で牛ふん堆肥施用量を変えて長期的な連年施用が土壌や果実品質に及ぼす影響の報告は少ない。

そこで、施肥以外の土壌条件を均一とすることが可能なライシメータにブドウ‘ピオーネ’を植栽し、9 年間にわたり牛ふん堆肥を連年施用し、牛ふん堆肥の施用量の違いが土壌、樹体生育および果実生産に及ぼす影響を明らかにしたので報告する。

なお本試験のうち、2009 ~2011 年は JA 全農肥料委託試験（果樹園における施肥効率向上技術の確立試験）、2012 ~2014 年は JA 全農肥料委託試験（果樹園における肥培管理技術の確立試験）により実施した。

材料および方法

1. 試験圃場

試験は、山梨県果樹試験場圃場（山梨市江曾原、標高 470 m）に設置されている $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1.4 \text{ m}$ （縦×横×深さ）のコンクリート枠で囲われた容積 5.6 m^3 、地表面面積 4 m^2 のライシメータ 9 基を用いて 2006 ~2014 年の 9 年間実施した。

ライシメータに用いた土壌は、砂壤土質の沖積土壌とした。試験開始時の土壌化学性を第 1 表に示す。なお、土壌表層から 1.2 m より下方には排水を良好にするため直径 20~30 mm の碎石を敷き詰めた。

2. 試験区設定および施肥方法

2006 年 4 月にブドウ‘ピオーネ’（2 年生、5BB 台）をライシメータ 1 基に 1 本定植した。

試験区は牛ふん堆肥（富士のみのり）の 10 a 当たり年間施用量ごとに無施用区（以下、0 t 区とする）、1 t 施用区（以下、1 t 区とする）、2 t 施用区（以下、2 t 区とする）、3 t 施用区（以下、3 t 区とする）の 4 試験区を設置した。試験区の反復は、1 t 区は 3 反復、0 t 区、2 t 区、3 t 区は 2 反復とした。

第1表 試験開始時の土壌化学性 (2006年4月定植時)

pH	全炭素 (%)	全窒素 (%)	可給態リン酸 ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	交換性陽イオン		
				K ₂ O ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	CaO ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)	MgO ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$)
6.36	0.75	0.06	11.1	11.1	241.2	47.8

第2表 牛ふん堆肥の成分含有率

水分率 (%)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N比	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
55.9±5.3	35.5±2.1	1.7±0.2	21.4±1.0	2.1±0.4	2.0±0.2	1.9±0.3	0.8±0.1

第3表 基準施用量と施用当年に発現が予想される施用資材由来養分量 ($\text{g}\cdot\text{株}^{-1}$)

施用年	試験区	基準施用量 N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	牛ふん堆肥施用量 ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)	牛ふん堆肥由来			化学肥料由来		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2006	0t区	32-32-32	0	0.0	0.0	0.0	32.0	32.0	32.0
	1t区	32-32-32	1	7.3	17.8	27.0	24.7	14.2	5.0
	2t区	32-32-32	2	14.6	35.5	53.9	17.4	0.0	0.0
	3t区	32-32-32	3	21.9	53.3	80.9	10.1	0.0	0.0
2007~ 2014	0t区	40-40-40	0	0.0	0.0	0.0	40.0	40.0	40.0
	1t区	40-40-40	1	9.1	15.4	33.7	30.9	24.6	6.3
	2t区	40-40-40	2	18.2	30.7	67.4	21.8	9.3	0.0
	3t区	40-40-40	3	27.4	46.2	101.1	12.6	0.0	0.0

各試験区への年間施肥成分量は、全試験区とも2006年4月の定植時および2006年11月の基肥施用時に、ライシメータ1基あたり窒素-リン酸-カリ : 32 g-32 g-32 g (10 a 当たりに換算すると窒素-リン酸-カリ : 8 kg-8 kg-8 kg) とした。2007~2013年 (3~9年生) は、11月にライシメータ1基あたり窒素-リン酸-カリ : 40 g-40 g-40 g (10 a 当たりに換算すると窒素-リン酸-カリ : 10 kg-10 kg-10 kg) とした。

施肥資材は、牛ふん堆肥 (富士のみり)、被覆尿素肥料 (LP70, N : 42.0%)、重過石 (P₂O₅:37.0%)、硫酸カリ (K₂O:50.0%) を用いた。施

用した牛ふん堆肥の2006~2013年の成分含有率の平均値と標準誤差を第2表に示した。

牛ふん堆肥から施用当年に発現する窒素、リン酸、カリ量は、山梨県農作物施肥指導基準²⁾ に準じて、N:30%、P₂O₅:60%、K₂O:90%として推定した。試験区ごとに牛ふん堆肥から発現する施肥成分量が設定した年間施肥成分量に足りない場合は、窒素、リン酸、カリを化学肥料で補った。0 t 区は施用量の全量を化学肥料で施用し、2 t 区および3 t 区のリン酸、カリの過剰分は調整しない条件とした。

各試験区の基準施用量および施肥資材から施用当年に発現する推定成分量を第3表に示した。

牛ふん堆肥および化学肥料は, 11 月にコンクリート枠内の地表面全体に施用後, 地表面から 5 cm を耕起した。

3. 栽培管理

供試樹は, 一文字整枝短梢剪定栽培とし, 1 樹当たりの樹冠面積は最大 18 m² (主枝長 6 m×幅 3 m) とした。新梢管理は主枝から生じた新梢を 1.5 m で摘心し, 副梢は 1~2 葉を残して切除した。その後伸長した副梢は, 1~2 葉残して適宜切除した。

ジベレリン処理は, 満開時にホルクロルフエニユロン (以下, CPPU) 5 ppm 加用ジベレリン 12.5 ppm を, また満開後 12 日前後に CPPU 5 ppm 加用ジベレリン 25 ppm を果穂に浸漬処理した。1 果房当たりの果粒数は約 30 粒とし, 1 新梢に 1 果房とした。地表面は清耕で管理した。灌水は, 4~10 月に樹齢と天候を考慮して 1 回あたり灌水量 10~20 mm を週 2~4 日程度実施した。

4. 土壌化学性調査

土壌は, 施肥前の 10 月中~下旬に, 深さ 0~15 cm および 15~30 cm から採取した。採取方法は, ライシメータ 1 基につき, 深さ別に 2 か所からステンレス製の採土器により土壌 150 g 程度を採取し, 混合した。採取土壌は, 通風乾燥後に破碎し, 2 mm 目の篩で篩選して調整した。

土壌化学性分析は, 土壌環境分析法に従った⁵⁾。全窒素含有率は CN コーダー (PERKINELMER, CHN 元素分析装置 Serise II MODEL2400) で測定した。可給態リン酸はトルオーグ法の抽出液を, 交換性カリはショーレンベルガー法の抽出液をそれぞれ ICP 発光分光分析装置 (Thermo Jarrel Ash, IRIS Advantage/AP) で測定した。

5. 樹体生育量調査

葉色は, 2007~2014 年の 5~8 月に葉緑素計 (KONICA MINOLTA, SPAD-502) により新梢先端から 5 葉目以降の完全展葉した葉を測定した。

2014 年 9 月に全供試樹を掘り上げ, 主幹, 主枝, 結果母枝, 新梢, 葉, 根に分け, 部位別の乾物重量と窒素含有量を測定した。主幹は地際部から棚下の分岐部, 主枝は棚上の旧年枝とした。窒素含有量は部位別に通風乾燥後破碎し, 0.5 mm 目の篩で篩

選後, CN コーダーで測定した。

6. 樹体および土壌中の ¹⁵N/¹⁴N 自然存在比 ($\delta^{15}\text{N}$ 値) 調査

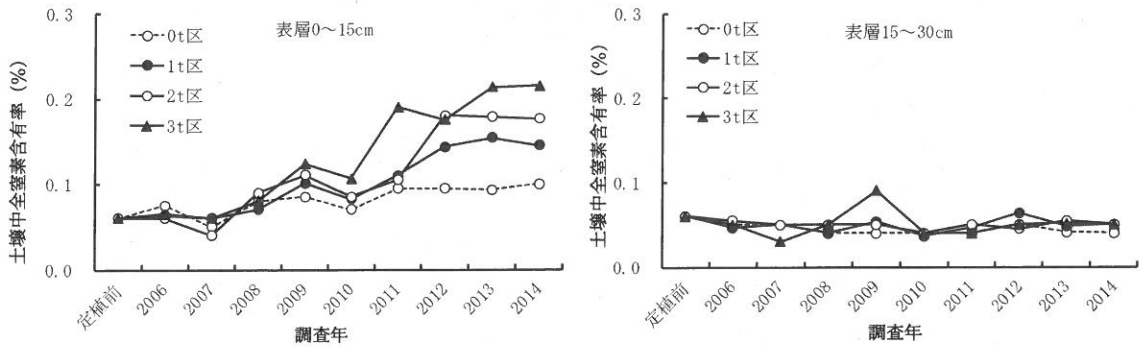
¹⁵N/¹⁴N 自然存在比 (以下, $\delta^{15}\text{N}$ 値) は, 自然界に存在する窒素形態の存在比率を表す。この $\delta^{15}\text{N}$ 値は人工的に作られた化学肥料より牛ふん堆肥など自然物中の値が高いことが報告されている⁶⁾。つまり, 試料中の $\delta^{15}\text{N}$ 値が高いことは, 化学肥料由来窒素に比べ, 牛ふん堆肥由来窒素が多く含まれていると推測される。この性質を利用し, 牛ふん堆肥由来窒素の樹体への吸収や土壌への蓄積などを検討するため, 施肥資材, 土壌および植物体中の $\delta^{15}\text{N}$ 値を測定した。

牛ふん堆肥および被覆尿素肥料は, 通風乾燥後に粉碎し, 2 mm 目の篩で篩選して調整した。土壌は, 2011~2014 年にステンレス製の採土器で土壌 0~15 cm, 15~30 cm を深さ別に採取し, 通風乾燥後, 粉碎して 2 mm 目の篩で篩選後に乳鉢で摩砕して調整した。

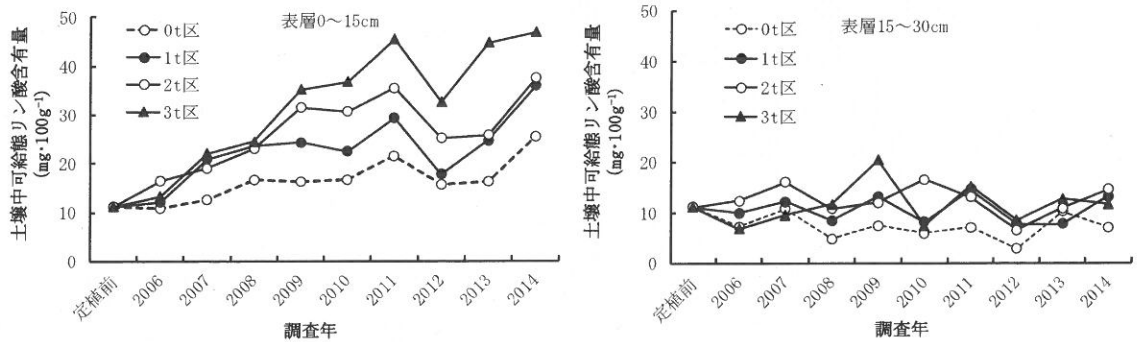
植物体は, 1 月に主枝から生じた新梢である休眠枝を, 8 月に葉を採取し, 通風乾燥後に粉碎して 0.5 mm 目の篩で篩選して調整した。測定は, 山梨大学国際環境流域センターの重窒素分析計 (Sercon, ANCA-GSL&Hydra20-20) で測定した。 $\delta^{15}\text{N}$ 値は, 試料中の重窒素存在比と空気中の重窒素存在比より算出し, パーミル (‰) で示した。なお, 施肥の $\delta^{15}\text{N}$ 値は, 牛ふん堆肥と化学肥料の施用量および資材中の $\delta^{15}\text{N}$ 値からアイソトープマスバランス法で求めた⁷⁾。

7. 収量, 果実品質調査

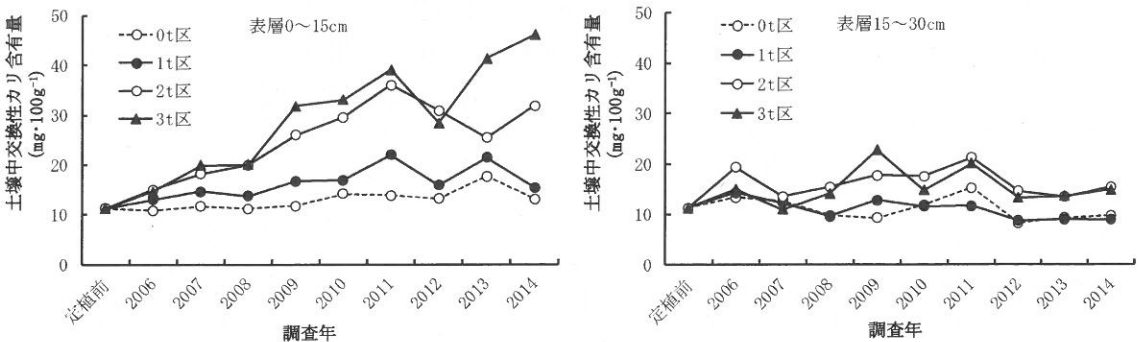
9 月上~中旬の収穫適期に試験区ごとに果実を収穫し, 全果房の重量を測定して収量とした。果実品質は各試験区から平均的な 10 果房選び, 果房重, 果粒重, 果実糖度, 果皮色を調査した。糖度は果汁の可溶性固形物含量をデジタル糖度計 (ATAGO, PR-101 α) で測定し, 屈折計示度で示した。果皮色はカラーチャート (ブドウ 赤・紫・黒色系 農林省果樹試験場 1975) で測定した。収量は 2007~2014 年における累積収量を, 果実品質は 2007~2014 年の平均値を示した。



第 1 図 牛ふん堆肥施用量の違いによる土壤中窒素含有率の推移



第 2 図 牛ふん堆肥施用量の違いによる土壤中可給態リン酸含有量の推移



第 3 図 牛ふん堆肥施用量の違いによる土壤中交換性カリ含有量の推移

結果

1. 土壌化学性調査

土壤中全窒素含有率について、牛ふん堆肥連年施用 4 年前後から、表層 0~15 cm の土壤中全窒素含有率が増加傾向を示した。1 t 区および 2 t 区は

連年施用 7 年目前後から、3 t 区は連年施用 5 年目前後から増加程度が大きくなった。連年施用 9 年目では、牛ふん堆肥の施用量が多いほど全窒素含有率が増加した。表層 15~30 cm は、牛ふん堆肥を連年施用しても年次変化が少なく、試験期間を通して、全試験区で大きな増減はなかった（第 1

図)。

土壌中可給態リン酸含有量について, 牛ふん堆肥連年施用2年目から表層0~15 cmの土壌中可給態リン酸含有量が増加傾向を示した。連年施用4年目以降は, 牛ふん堆肥施用量が多いほど増加程度が大きくなる傾向を示した。表層15~30 cmは, 牛ふん堆肥を連年施用しても年次変動は少なく, 試験期間を通して, 全試験区とも定植前の水準を維持し, 0 t区と差は生じなかった(第2図)。

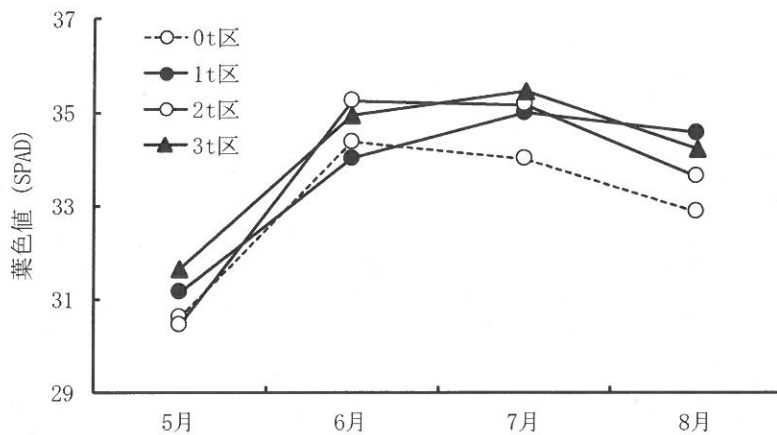
土壌中交換性カリ含有量について, 表層0~15 cmは, 1 t区は試験期間を通じて0 t区よりも交換性カリ含有量がやや高い状態で推移した2 t区

および3 t区は牛ふん堆肥連年施用2年目以降から牛ふん堆肥の施用量が多いほど増加程度が大きくなる傾向を示した。表層15~30 cmは, 連年施用しても年次変動は少なく, 試験期間を通して0 t区および1 t区は定植前の水準を維持し, 2 t区および3 t区は漸増傾向を示した(第3図)。

2. 樹体生育量調査

1 t区, 2 t区, 3 t区の葉色値は, 0 t区と比較し, 7~8月の葉色値が高い傾向を示した(第4図)。

掘り上げ調査における部位別乾物重量は, 全部位とも試験区間に差は認められなかった(第4表)。



第4図 牛ふん堆肥施用量の違いによる葉色値の推移 (2007~2014年の平均値)

第4表 牛ふん堆肥施用量の違いによる掘り上げ時の部位別乾物重量 (2014年10月掘り上げ時)

試験区	乾物重量 (kg・樹 ⁻¹)						合計
	主幹	主枝	結果母枝	新梢	葉	根	
0t区	2.7	4.4	1.9	1.7	2.6	8.1	21.4
1t区	2.3	4.0	2.3	2.1	2.7	7.7	21.1
2t区	2.3	4.3	2.0	1.8	2.6	7.6	20.6
3t区	2.6	4.4	2.1	2.0	2.9	7.9	21.9

第5表 牛ふん堆肥施用量の違いによる部位別窒素含有量 (2014年掘り上げ調査時)

試験区	窒素含有量 (g・樹 ⁻¹)						
	主幹	主枝	結果母枝	新梢	葉	根	合計
0t区	5.3	8.4	4.9	5.8	31.1	23.8	79.2
1t区	4.1	8.5	5.8	7.0	35.4	26.7	87.6
2t区	4.4	8.8	4.9	6.1	32.2	25.9	82.3
3t区	5.0	9.4	6.6	6.5	35.9	26.9	90.3

第6表 牛ふん堆肥施用量の違いによる施肥および土壌中の $\delta^{15}\text{N}$ 値 (2011~2014年)

試験区	施肥N	土壌 $\delta^{15}\text{N}$ (‰)	
	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	0~15 cm	15~30 cm
0t区	+ 0.3	-0.3	+0.3
1t区	+ 4.0	+3.8	-0.8
2t区	+ 7.5	+5.3	+0.2
3t区	+11.4	+6.2	-0.2

第7表 牛ふん堆肥施用量の違いによる休眠枝および葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値の推移

調査部位	試験区	調査年							
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
休眠枝 (1月)	0t区	+0.0	-1.0	-0.6	-1.8	+0.3	- ^z	-1.2	-0.4
	1t区	+2.4	+0.5	+1.4	+1.2	+1.5	-	+0.8	+1.4
	2t区	+4.9	+1.8	+3.5	+2.0	+2.7	-	+3.5	+3.2
	3t区	+4.7	+3.0	+3.6	+2.9	+3.2	-	+4.2	+2.0
葉 (8月)	0t区	-0.2	+1.5	-0.3	-1.4	-	-	-0.6	+2.3
	1t区	+1.2	+3.0	+2.2	+2.1	-	-	+1.1	+1.7
	2t区	+2.3	+3.1	+4.4	+0.9	-	-	+3.6	+1.9
	3t区	+2.8	+5.1	+5.0	+3.6	-	-	+4.8	+1.4

^z -は測定値なし

第8表 牛ふん堆肥施用量の違いによる累積収量と果実品質

試験区	累積収量 (kg・樹 ⁻¹)	果房重 (g・房 ⁻¹)	果粒重 (g・房 ⁻¹)	果粒数 (g・房 ⁻¹)	果実糖度 (° Brix)	果皮色 (C. C.)
0 t 区	114.6	383.7	11.7	32.9	19.6	10.4
1 t 区	134.1	424.6	12.4	34.3	19.4	10.3
2 t 区	135.7	421.0	13.0	32.8	18.8	9.9
3 t 区	139.4	421.0	12.4	34.1	18.8	9.8

1 t 区, 2 t 区, 3 t 区の部位別窒素含有量は, 0 t 区と比較し, 新梢, 葉, 根において窒素含有量が多く, 樹体全体の窒素含有量も多かった (第5表)。

3. 樹体および土壌中の ¹⁵N/¹⁴N 自然存在比 (δ¹⁵N 値) 調査

本試験で用いた施肥資材の δ¹⁵N 値は, 牛ふん堆肥は+16.4 ‰, 被覆尿素肥料は+0.3 ‰であった。施肥の δ¹⁵N 値は, 牛ふん堆肥施用量の増加にしたがい高くなった。

土壌の δ¹⁵N 値は, 表層 0~15 cm においては, 牛ふん堆肥施用量の増加にしたがい高くなった。表層 15~30 cm では, 試験区間に差は生じなかった (第6表)。休眠枝, 葉の δ¹⁵N 値は, 牛ふん堆肥施用量の増加にしたがい高くなる傾向を示した (第7表)。

4. 収量, 果実品質調査

2007~2014 年の累計収量は, 1 t 区, 2 t 区, 3 t 区で増加した。果房重および果粒重は 1 t 区, 2 t 区, 3 t 区において, 0 t 区よりも増加傾向を示した。果実糖度は, 0 t 区と 1 t 区で高かった。果皮色は 0 t 区, 1 t 区で優れていた (第8表)

考 察

本試験は, 2 m×2 m のコンクリート枠で囲まれた試験区により実施したモデル試験である。これは, 環境条件や土壌条件を均一とし, 牛ふん堆肥施用量の違いが, 樹体生育や果実品質に及ぼす影響を精査するために実施した。

2 t 区および 3 t 区は, 土壌や果実品質への影響を明確にするほか, 土壌改良を推進するため牛ふん

堆肥など有機物資材の多量投入が散見されることから設置した。圃場栽培条件下と比較し, 樹冠面積や根域の拡大が限られるため, 樹体生育量, 収量および果房重などが制限されやすいが, 土壌化学性への影響は差が生じやすい条件であったと推測される。

土壌化学性において, 地表面を耕起しない草地では, 堆肥施用により土壌表層 0~5 cm の窒素, 可給態リン, 交換性カリは蓄積するが, 表層から深くなるにしたがいそれらの含有量は低下することが報告されている⁸⁾。また, 新規開園の土壌は, 堆肥施用量の増加にしたがい, 土壌中の全窒素含有量は多量に蓄積されることが報告されている⁹⁾。

これらの報告と本試験結果は概ね一致し, 表層 0~15 cm は, 牛ふん堆肥施用量の増加にしたがい, 全窒素含有率, 可給態リン酸含有量, 交換性カリ含有量は増加するが, 表層 15~30 cm は, 試験開始時から大きな変化は認められなかった。

本試験の施肥方法は, 施肥資材を地表面に施用後, 表層 5 cm を耕起している。牛ふん堆肥中の施用当年に発現しない養分は, 土壌深部へは移行せず, 牛ふん堆肥と土壌が混和された土壌表層に蓄積したため, 表層 0~15 cm の全窒素含有率, 可給態リン酸含有量, 交換性カリ含有量が増加したと考えられた。

山梨県のブドウ園における土壌診断基準値は, リン酸 20~60 mg・100 g⁻¹, カリ 15~60 mg・100 g⁻¹ である²⁾。牛ふん堆肥を基準量である 1 t・10a⁻¹ 以上の量を長期的に施用すると, 本試験期間では診断基準値を超えた蓄積は認められないが, さらに施用を継続すると, 過剰蓄積が懸念される。

葉色値は、ビワでは葉色が濃くなるほど窒素含量が高い傾向が認められ¹⁰⁾、水稻では窒素含有率と高い相関を示すことが報告されている¹¹⁾。

本試験の結果、牛ふん堆肥を施用した 1 t 区、2 t 区、3 t 区は、0 t 区と比較し、7 月から 8 月の葉色値が高く、掘り上げ時の新梢や葉中窒素含有量が多かった。このことから、堆肥施用区は生育期間を通して樹体が窒素を吸収しやすい条件であり、葉色値が維持されたと推測された。

土壌中の有機物に含まれる有機態窒素は、土壌微生物の働きにより植物が吸収できる無機態窒素に分解される。また、有機態窒素の分解は適度な地温上昇や土壌水分などで促進される¹²⁾。

堆肥施用区は、0 t 区と比較し、土壌中全窒素含有率が高かった。そのため、堆肥施用区は土壌中の有機態窒素含有量が多く、地温の上昇や降水量および灌水量が増加する夏季に、土壌中有機態窒素の分解が促進されたと推測される。その結果、夏季を中心に土壌中の無機態窒素発現量が多くなり、樹体が発現した窒素を吸収し、樹体中の窒素含有量が増加したと考えられた。

樹体乾物重量は、全試験区で差が認められなかった。これは、同じ容積のライシメータにおいて、全試験区ともに栽培方法や成木時における樹冠面積を同等に管理したためと考えられた。

$\delta^{15}\text{N}$ 値について、本試験で施用した牛ふん堆肥と化学肥料の $\delta^{15}\text{N}$ 値には大きな差が確認され、牛ふん堆肥由来窒素の移行調査に有効なトレーサーになることが示された。

樹木が吸収する窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、供給源となる窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値が反映されることが、茶園や林地で報告されている^{13,14)}。そのため、樹体や土壌中の $\delta^{15}\text{N}$ 値が高いと、牛ふん堆肥由来窒素が多く含まれていることになる。土壌、休眠枝および葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、施肥窒素の $\delta^{15}\text{N}$ 値の影響を受け、牛ふん堆肥施用量の増加に従って高くなった。このことから、堆肥施用区で土壌に蓄積された窒素は、化学肥料由来窒素よりも牛ふん堆肥由来窒素が多いことが確認された。また、樹体の $\delta^{15}\text{N}$ 値も牛ふん堆肥施用量に応じて増加するため、土壌中に牛ふん堆肥由来窒素の蓄積が進んだことで、ブドウ樹は牛ふん堆肥由来窒素を多く吸収したと考えられた。

収量、果実品質への影響をみると、巨峰は果実成熟期に土壌中無機態窒素含量が高いと糖度が低く、着色不良となる。逆に、無機態窒素含量が低いと樹体生育が悪く、収量、果粒重が低下することが報告されている¹⁵⁾。

本試験では、牛ふん堆肥施用区によって、累積収量は増加した。果実品質は、0 t 区は果粒重が小さかった。1 t 区は 2 t 区や 3 t 区と同等の果粒肥大や果房重を確保した。2 t 区および 3 t 区は 0 t 区や 1 t 区と比較し、果実糖度や果皮色が低下傾向を示した。

0 t 区の累積収量や果房重の低下は、前年 11 月に施用した被覆肥料の肥料効果が、施用翌年の夏季の時点では低く、果実成熟期の窒素吸収量が少なかったためと推測された。2 t 区および 3 t 区の果実糖度や着色の低下は、夏季の牛ふん堆肥由来窒素が多量に発現して吸収され、果実成熟期における樹体の窒素吸収量が多くなったためと推測された。土壌中への窒素過剰蓄積は、果実品質に悪影響を及ぼす恐れが高いため、牛ふん堆肥多量施用による土壌中窒素の過剰蓄積に留意する必要がある。

本試験の結果から、ライシメータを使用した試験条件下において、ブドウ園における牛ふん堆肥施用方法について、一定の知見が得られた。

ブドウ栽培において、牛ふん堆肥を連年施用する場合の効果的な施用方法は、2 t 区および 3 t 区における土壌中への窒素、可給態リン酸、交換性カリの蓄積、1 t 区における累計収量の増加および果実糖度や果皮着色などを総合的に考察すると、牛ふん堆肥を 10 a 当たり 1 t 施用し、設定した窒素、リン酸、カリの量に足りない部分を化学肥料で補う方法が適切と考えられた。

また、施用した牛ふん堆肥中成分の移行から、深耕により根域に近い部分に牛ふん堆肥を施用することで牛ふん堆肥の施用効果が高められる可能性があると考えられる。今後、樹園地土壌の全体的な改良をより効果的に進めるためには、牛ふん堆肥など施肥資材の施肥位置や施用方法などの詳細な検討や知見の集積が必要であると考えられた。

摘要

ブドウ栽培において、牛ふん堆肥の施用量が土壌や果実生産に及ぼす影響を明らかにするため、9年間牛ふん堆肥施用量が異なる連年施用試験を実施した。なお、本試験は、土壌条件を均一にできるライシメータで実施した。

1. 土壌中の全窒素含有率、可給態リン酸および交換性カリ含有量は、牛ふん堆肥施用量の増加に伴い、表層0~15 cmで増加した。
2. 収量は、牛ふん堆肥の施用により増加した。果実糖度、果皮色は牛ふん堆肥施用量の増加により低下傾向を示した。
3. 牛ふん堆肥施用量の増加により、土壌、樹体中における $\delta^{15}\text{N}$ 値が高くなった。牛ふん堆肥由来窒素は、果実生産に利用されるが、土壌中への蓄積により養分過剰が懸念された。
4. ブドウ栽培において、牛ふん堆肥を連年施用する場合、牛ふん堆肥を $1\text{t} \cdot 10\text{a}^{-1}$ 施用し、設定した窒素、リン酸、カリ量に足りない部分を化学肥料で補う施肥方法が牛ふん堆肥の有効利用の観点から適切と考えられた。

引用文献

- 1) 藤田 裕・佐野智人・大浦典子・須藤重人・飯村強 (2015). 豚糞堆肥連用黒ボク土ナシ園における一酸化二窒素発生量の評価とこれに影響する要因の解析. 土肥誌 86:109-113
- 2) 山梨県(2011). 山梨県農作物施肥指導基準.
- 3) 金森哲夫 (2000). 国立農業試験研究機関における有機物・肥料等の長期連用圃場試験の概要. 農業研究センター研究資料 42:1-303.
- 4) 井上博道・梅宮善章・草場新之助・杉浦裕義 (2012). 有機物長期連用ブドウ園地の土壌中全炭素濃度と全窒素濃度の経年変化. 土肥誌 83:687-690.
- 5) 土壌環境分析法編集委員会編(1997). 土壌環境分析法. 博友社.
- 6) 日本土壌肥料学会監修(2002). 環境負荷を予測するーモニタリングからモデリングへー p23-126. 博友社. 東京.
- 7) 徳永哲夫・福永明憲・松丸泰郷・米山忠克(2000). 堆肥および化学肥料を施用した水田における $\delta^{15}\text{N}$ 値を用いた水稻の起源別窒素吸収量の推定の試み. 土肥誌 71:447-453.
- 8) 山田大吾・渋谷 岳・小島 誠・村上弘治(2011). 肥料三要素、堆肥長期連用試験草地での連用34年間における土壌の化学性の変化と養分蓄積. 土肥誌 82:214-223.
- 9) 小池 明(1992). 堆肥の施用が新規開園土壌の理化学性ならびにモモ樹の生育と果実品質に及ぼす影響. 徳島果試研報 20:11-22.
- 10) 内野浩二・迫田和好・立田芳伸(1995). ビワの葉色と窒素含量の関係. 九州農業研究 57:224.
- 11) 北條良男・石塚潤爾編(1985). 最新作物生理実験法. p371-376. 農業技術協会. 東京.
- 12) 藤原俊六郎・安西徹郎・小川吉雄・加藤徹郎編 (2010). 新版 土壌肥料用語辞典第2版~土壌編, 植物栄養編, 土壌改良・施肥編, 肥料・用土編, 土壌微生物編, 環境保全編, 情報編~ p230-231. 農文協. 東京.
- 13) 森田明雄・太田 充・米山忠克(1999). 肥料の種類の違いが茶園土壌と茶樹の $\delta^{15}\text{N}$ 値に及ぼす影響. 土肥誌 70:1-9.
- 14) Herman, D. J and Rundel, P. W. (1989). Nitrogen isotope fractionation in burned and unburned Chaparral soils. Soil Sci. Soc. Am. J, 53:1229-1236.
- 15) 石塚由之・南雲光治・篠崎佳信・小松鋭太郎 (1981). 火山灰土壌におけるブドウ巨峰の花振りおよび果実品質の研究 (第1報). 茨城園試研報 9:33-58.

Effects of Successive Application of Cattle Manure Compost on Soils, Tree Growth, and Fruit Quality in Vineyards

Osamu KATO, Sakae FURUYA¹, Takahiro TEZUKA, Koki WATANABE and Kazutaka NAITO

Yamanashi Fruit Experiment Station, Ezohara, Yamanashi 405-0043, Japan

Current address:

¹Yamanashi Agricultural Academy, Hokuto Yamanashi, Japan

Summary

In order to clarify the effect of applying cattle manure compost on soils and fruit quality, continuous application of cattle manure compost was conducted for 9 years in the grape 'Pione'. This investigation was conducted with a lysimeter in uniform soil conditions. The total nitrogen, available phosphoric acid, and exchangeable potassium content in the soil increased in soil 0–15 cm deep with increasing quantities of cattle manure compost applied. Yield increased with the application of cattle manure compost. Soluble solid content and grape skin color tend to decrease with the application of increased cattle manure compost. $\delta^{15}\text{N}$ content in soils and trees increases with increasing amounts of cattle manure compost. Nitrogen from cattle manure compost is used for fruit production. When accumulated in the soil, excess nutrients are a concern. When cattle manure compost is applied every year in viticulture, it is applied at 1t/10a-1. Chemical fertilizer application to make up for insufficient amounts of nitrogen, phosphoric acid, and potassium is considered appropriate from the viewpoint of effective utilization of cattle manure compost.