寒肥を含む春肥重点型の有機質肥料のみの 施用が茶の収量・品質に及ぼす影響

鹿児島県農業開発総合センター茶業部^{*1}

三浦伸之^{*2}・内村浩二^{*3}・中村孝久^{*3}・烏山光昭^{*4}

神戸大学大学院農学研究科^{*5}

阿江教治

(平成21年5月25日受理)

Effect of only organic fertilizer application to use much during winter and spring on yield and quality of green tea

Nobuyuki Miura, Koji Uchimura, Takahisa Nakamura and Mitsuaki Karasuyama
Tea Division, Kagoshima Prefectural Institute for Agricultural Development

Noriharu Ae

Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

Summary

As an attempt to support organic tea cultivation, we examined the effects of the application of only organic fertilizer on green tea. Our findings are described below.

We compared the routine method wherein a combination of chemical and organic fertilizers is applied with a method wherein only an organic fertilizer is applied; this method involves a liberal use of the organic fertilizer from winter to spring, and the fertilizer was applied at an annual amount of 50 kgN/10a. The organic fertilizer method had almost no influence on yield, but the quality of the 1st, 2nd, and 3rd crops of green tea deteriorated during the 1st and 2nd years. However, in the 3rd and 4th years, the crop yield and quality was the same as that with the combined fertilizer method. On the basis of this primary result, it was thought that an increase in the protein-like organic nitrogen (neutral phosphate buffer-extractable organic nitrogen, PEON) concentration in the soil leads to an increase in nitrogen absorption by the tea plants.

Moreover, the use of the organic fertilizer method also led to an increase in the

^{*1} 旧 鹿児島県茶業試験場 〒897-0303 鹿児島県南九州市知覧町永里3964

^{*2} 現 鹿児島県農業開発総合センター企画調整部 〒899-3401 鹿児島県南さつま市金峰町大野2200

^{*3} 現 鹿児島県南薩地域振興局農林水産部農政普及課 〒897-1121 鹿児島県南さつま市加世田唐仁原1954-3

^{*4} 元 鹿児島県農業開発総合センター茶業部

^{*5} 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1

concentration of actinomycetes and bacteria in the soil. However, with the application of the meat and bone meal, one should carefully consider the increase of phosphoric acid and calcium in the soil.

Key words: Andosol, organic cultivation, organic fertilizer, protein-like organic nitrogen, tea

キーワード：有機栽培，有機質肥料，タンパク質様窒素，黒ボク土，チャ

1 緒 言

2001年に施行された「農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律（改正JAS法）」により，有機農産物の表示が規制され，さらに，2006年には「有機農業推進に関する法律（有機農業推進法）」の施行により，有機栽培への支援が求められている。鹿児島県においても，有機栽培の茶が生産・販売されているが，遅効性で無機化量も少ない有機質肥料や堆肥しか利用されてないため，肥効のコントロールは非常に困難であり，安定した収量や品質が得られない。本県の窒素施肥基準量¹⁾は，環境保全や経済性の観点から年間50kg/10aと定められているが，無機化量が少なくとも施肥基準に対応する必要がある。しかしながら，有機栽培における効果的な施肥技術を示した文献は見当たらない。

そこで本報では，有機栽培による茶生産を支援するため，有機質肥料のみによる施用について検討した。

2 方 法

2. 1 供試茶園の概要

鹿児島県茶業試験場内の厚層多腐植質黒ボク土茶園「やぶきた」樹齢34年の成木園において，2004年8月から2008年7月までの4年間試験を行った。表1に成分施肥量を示す。対照区は，試験開始前と同様で，秋肥2回（8月上旬と9月上旬），春肥2回（2月上旬と3月上旬）を有機質肥料由来窒素21%の配合肥料，夏肥2回（一番茶後と二番茶後）を有機質肥料由来窒素8.2%の有機配合肥料，芽出し肥（3月下旬）を硫酸として，年間窒素施用量を50kg/10aとした。一方，有機質肥料区は，春肥の無機化が遅くなることを考慮して寒肥（12月下旬）を行い，内村・三浦²⁾が報告した有機質肥料の窒素無機化パラメーターを用いて，図1で示すように，施肥改善支援システム「施肥名人[®]Ver2.0」（JA全農）で無機態窒素発現量をシミュレーションして，12月下旬から4月中旬までの窒素無機化量をほぼ対照区並みにした。但し，寒肥は凍霜害

表1 成分施肥量

表1 成分施肥量												(kg/10a)
試験区		秋肥① (8月上旬)	秋肥② (9月上旬)	寒肥 (12月下旬)	春肥① (1月中旬)	春肥② (2月上旬)	春肥③ (2月下旬)	春肥④ (3月上旬)	芽出し肥 (3月下旬)	夏肥① (一番茶後)	夏肥② (二番茶後)	年間合計
対照区	窒素	5.0 z	5.0 z	—	—	8.0 z	—	7.0 z	7.0 y	8.0 x	10 x	50 (14%)
	リン酸	3.5	3.5	—	—	5.6	—	4.9	0	4.0	5.0	27
	カリ	3.5	3.5	—	—	5.6	—	4.9	0	4.0	5.0	27
有機質 肥料区	窒素	3.0 w	2.0 w	3.0 w	5.0 w	—	7.0 v	7.0 u	10 w	8.0 w	5.0 w	50 (100%)
	リン酸	1.3	0.87	1.3	2.2	—	7.0	14	4.3	3.5	2.2	37
	カリ	0.57	0.38	0.57	0.94	—	0	0	1.9	1.5	0.94	6.8

注) ①配合肥料Ⅰ（10-7-7，有機質肥料由来窒素21%），②硫酸（21-0-0），③配合肥料Ⅱ（14-7-7，有機質肥料由来窒素8.2%），④菜種油粕（5.3-2.3-1），⑤魚粕粉末（8-8-0），⑥豚肉骨粉（6-12-0，但し4年目は魚粕粉末で窒素施肥量のみを同じにしている），堆肥は両区無施用，有機質肥料区の1年目は芽出し肥5.0kg，夏肥②10kgであった。年間合計の括弧は有機質肥料由来窒素率を示す。

図1 「施肥名人[®]Ver2.0」でシミュレーションした施肥窒素の無機態窒素発現量
注) 太枠は12月25日から4月25日までの対照区に合わせた窒素発現量を示す。

や赤焼病を回避するため、窒素 3 kg/10aの少量施用とした。資材は、2月下旬(春肥③)は魚粕粉末、3月上旬(春肥④)は豚肉骨粉(但し、4年目は魚粕粉末)、その他の時期は菜種油粕を施用した。このため、秋肥の窒素施用量を対照区の半分に、夏肥②の窒素施用量を 5 kg/10a減らして、年間窒素施用量を 50kg/10aとした(但し、1年目は夏肥②でなく、芽出し肥を 2 kg/10a減らした)。1~3年目の年間のリン酸およびカリ施用量は、対照区でそれぞれ27, 27kg/10a、有機質肥料区でそれぞれ37, 7 kg/10aであった。なお、堆肥は両区とも無施用とした。年間窒素施肥量に対する有機質肥料由来窒素率は、対照区14%、有機質肥料区100%であった。また、両区とも農業散布を慣行並に行った。つまり、有機質肥料区は無化学肥料栽培であった。そして、両区とも、2005年の二番茶後に深刈り更新、2007年の一番茶後に中切り更新を行った。

2. 2 収量および品質

両試験区は1区14.4m²(8m×1.8m)の3反復で、摘採は乗用型摘採機で行った。荒茶加工は3反復分を1点にまとめ、2 kg少量製

茶機で行った。荒茶の官能審査は、形状、色沢、香気、水色および滋味を各20点満点の標準審査法で、全窒素および遊離アミノ酸、NDF(中性デタージェント繊維)の分析は近赤外分析計(DICKEY-john社製)および静岡製機株の煎茶用検量線を用いて行った。

2. 3 うね間土壌の理化学性および微生物数

うね間土壌は、直径35mmの採土器を用いて、両区から定期的に深さ0~20cmおよび20~40cmを3反復採取し、3反復分を1点にまとめ、よく混合した。この土壌を風乾せずに2mmの篩で篩い、pH(H₂O)をガラス電極法³⁾、無機態窒素をプレムナー法浸出-蒸留法³⁾で測定した。その他の化学性については、2007年7月25日に採土して、全窒素および全炭素はN.C-Analyzer(MACRO CORDER JM1000CN, ジェイ・サイエンス・ラボ社製)³⁾、タンパク質様窒素(可給態窒素)は土壌/抽出液比1/10(w/v)とした中性リン酸緩衝液抽出法³⁾、可給態リン酸はトルオーグ法³⁾、交換性陽イオンは亀和田・柴田の簡易法³⁾で抽出し、カリウムは炎光光度

法 (Spectr AA220, VARIAN社製), カルシウムおよびマグネシウムは原子吸光測定法 (同上) で測定した。

土壌硬度は, 2008年 8 月 4 日にうね間中央の貫入抵抗値を, 貫入式土壌硬度計 (DIK-5520)³⁾ で測定した。

また, 土壌微生物数については, 2008年 5 月 7 日にうね間の深さ 0~20cmおよび20~40cmを前述同様に採土し, 実験に供試した。生土10gを滅菌水90mLに入れ, 30分振とう後, 糸状菌はローズベンガル寒天培地³⁾, 放線菌および細菌はエッグアルブミン寒天培地³⁾を用いて, 30℃で1週間静置後, 希釈平板法³⁾により計数した。アンモニア酸化細菌は, アン

モニア酸化細菌計数用培地³⁾を用いて, 30℃で4週間静置後, MPN法³⁾により計数した。

3 結 果

3. 1 収量および品質

図 2 に生葉収量を示す。有機質肥料区の摘採時の出開き度は, 対照区に比べて, 2 年目の一番茶で11%差があった以外は大差なく, 有機質肥料区の生育は対照区と4年間ほぼ同等と見られた。そして, 生葉収量は, 4 年間の一, 二並びに三番茶で, 対照区と同等の収量であった。

表 2 に対照区に対する有機質肥料区の荒茶官能審査の評点差を示す。有機質肥料区の荒

図 2 生葉収量
注) 各データの縦線は標準偏差 (n = 3) を示す。

表 2 対照区に対する有機質肥料区の荒茶官能審査の評点差

	茶期	形状	色沢	香気	水色	滋味	合計 (差)
1 年目	一番茶	—	—	▲	▲	▲	79.0 (-3.0)
	二番茶	—	—	—	—	—	65.5 (-2.5)
2 年目	一番茶	—	▲	—	—	—	74.5 (-2.0)
	二番茶	—	—	—	—	—	62.0 (-1.5)
	三番茶	▲	▲	▲	—	▲	49.0 (-5.5)
3 年目	一番茶	—	◎	▲	—	—	79.0 (0.5)
4 年目	一番茶	—	—	—	◎	—	77.0 (0.0)
	二番茶	—	—	—	—	—	67.5 (-2.0)
	三番茶	—	—	—	—	—	57.0 (0.0)

注 1) 各項目20点満点の標準審査法, 対照区との評点差が1点以上で「◎」, -1点以下で「▲」, ±0.5以内で「—」を示している。
2) 「合計」は有機質肥料区の審査評点の合計値を示す。

表3 荒茶の化学成分

		(乾物当たり)								
成分名	区名	1年目		2年目			3年目	4年目		
		一番茶	二番茶	一番茶	二番茶	三番茶	一番茶	一番茶	二番茶	三番茶
全窒素 (%)	対照区	5.9	5.3	6.1	4.5	4.0	5.7	5.3	5.2	4.0
	有機質肥料区	5.8	5.1	5.9	4.5	3.9	5.8	5.3	5.2	3.9
遊離アミノ酸 (%)	対照区	3.8	2.5	4.6	1.8	1.2	4.0	3.5	2.6	0.7
	有機質肥料区	3.5	2.0	4.1	1.7	0.8	4.2	3.3	2.3	0.7
NDF (%)	対照区	19.4	20.8	17.3	23.3	25.6	18.4	19.3	18.2	22.9
	有機質肥料区	19.4	21.2	18.3	23.3	25.6	16.7	18.5	17.8	23.2
全窒素/NDF	対照区	0.31	0.25	0.35	0.19	0.16	0.31	0.28	0.29	0.18
	有機質肥料区	0.30	0.24	0.32	0.19	0.15	0.35	0.29	0.29	0.17

茶品質は、1年目は、一番茶で香気、水色および滋味が、二番茶で香気が劣り、2年目は、一番茶で色沢、三番茶で水色以外の項目全てが対照区より劣った。しかし、3年目は、一番茶で香気が劣ったものの、色沢が優れ、4年目は一番茶で水色が優れ、二、三番茶で対照区と同等となった。

表3に荒茶の化学成分を示す。有機質肥料区の荒茶の化学成分は、対照区に比べて、遊離アミノ酸含有率が1年目の一番茶で9%、1年目の二番茶と2年目の一、三番茶、4年目の二番茶で10%以上低かった。品質評価に関係すると言われる全窒素/NDF比⁴⁾を見る

と、有機質肥料区は2年目の一番茶で低かったが、3年目の一番茶で高かった。

3. 2 うね間土壌のpHおよび無機態窒素の推移

図3にうね間土壌のpH(H₂O)を示す。有機質肥料区の土壌pH(H₂O)は、深さ0～20cmでは、1年目から対照区よりやや高い傾向を示し、3年目に当たる2006年12月以降は明らかな差が認められた。一方、深さ20～40cmでは、1、2年目は対照区と差がなかったが、やはり2006年12月以降は対照区より高くなった。

図3 うね間土壌のpH (H₂O)

寒肥を含む春肥重点型の有機質肥料のみの施用が茶の収量・品質に及ぼす影響

図4 うね間土壌中の無機態窒素含量

図4にうね間土壌中の無機態窒素含量を示す。有機質肥料区の無機態窒素は、深さ0～20cmでは、寒肥および春肥①の影響で2005年2月3日、2006年1月30日、2007年1月15日、同29日および2008年2月4日に对照区より多かった。一方、深さ20～40cmでは、1年目に当たる2004年9～11月と2005年4月下旬（一番茶摘採直後）～6月、2年目に当たる2006年5～9月で对照区より少なかったが、3年目に当たる2006年12月以降は大きな差は見られなかった。

3. 3 うね間跡地土壌の理化学性および微生物数

表4に3年目におけるうね間土壌の化学性

を示す。3年目における有機質肥料区の土壌は、両層位で全窒素、全炭素、タンパク質様窒素、交換性カルシウムおよび交換性マグネシウム含量が对照区より多かった。特に、交換性カルシウムは对照区の3倍程度多かった。トルオーグリン酸含量も深さ0～20cmで对照区より多かった。C/N比は両層位で对照区より低かった。

図5に4年目におけるうね間中央の土壌硬度を示す。有機質肥料区の土壌硬度は、表層から深さ55cmまで对照区と大差なかった。

表5に4年目におけるうね間土壌中の微生物数を示す。有機質肥料区の土壌微生物数は、深さ0～20cmでは、糸状菌やアンモニア酸化細菌は大差なかったが、放線菌および細菌

表4 3年目におけるうね間土壌の化学性

層位	区名	全窒素 (g/100g)	全炭素 (g/100g)	C/N	タンパク質 様窒素 (mg/100g)	無機態窒素		トルオーグ P ₂ O ₅ (mg/100g)	交換性陽イオン		
						NH ₄ -N (mg/100g)	NO ₃ -N (mg/100g)		K	Ca	Mg
0～20cm	对照区	1.08	16	15	22	6.6	6.3	373	0.56	5.17	0.70
	有機質肥料区	1.70	19	11	25	5.6	13.9	584	0.55	16.28	2.06
20～40cm	对照区	0.65	12	19	11	4.2	3.0	240	0.56	1.05	0.13
	有機質肥料区	0.83	14	17	17	2.7	5.6	240	0.60	4.47	0.66

注) 2007年7月25日採土

図5 4年目におけるうね間中央の土壌硬度
 注) 2008年8月4日調査。各データの横線は標準偏差を示す。

表5 4年目におけるうね間土壌中の微生物数

(個/新鮮土1g)					
層位	区名	糸状菌	放線菌	細菌	アンモニア酸化細菌
0～20cm	対照区	1.5×10^5	1.5×10^6	6.4×10^6	1.0×10^4
	有機質肥料区	4.3×10^5	1.8×10^7	8.0×10^7	5.0×10^3
20～40cm	対照区	1.4×10^4	2.0×10^5	2.5×10^6	4.0
	有機質肥料区	3.9×10^4	1.5×10^6	3.1×10^6	9.3×10

注) 2008年5月7日採土

が対照区より10倍以上多かった。深さ20～40cmでは、糸状菌、放線菌および細菌は大差なかったが、アンモニア酸化細菌が対照区より10倍以上多かった。

4 考 察

有機栽培による茶生産を支援するため、鹿児島県の施肥基準である年間窒素50kg/10aの慣行施肥体系を対照として、年間窒素施肥量を同量とした、寒肥を含めた春肥重点型の有機質肥料のみによる施用について検討した。

有機質肥料区の生葉収量は4年間の一、二並びに三番茶で、対照区と差はなかった。荒茶品質は、1年目の一、二番茶と2年目の一、三番茶で官能審査評点が対照区より劣り、遊離アミノ酸含有率が対照区より低かった。し

かし、3、4年目は、一、二並びに三番茶の官能審査評点が対照区と同等で、遊離アミノ酸含有率は3、4年目の一番茶で同等だった。4年目の二番茶は低かったものの、品質評価に関係すると言われる全窒素/NDF比⁴⁾では対照区と同等であった。これらのことから、有機質肥料区の1、2年目は窒素吸収不足により、品質が低下したが、3、4年目は十分に窒素吸収が行われ、品質への影響もなくなったと考えられた。

うね間土壌における有機質肥料区の無機態窒素は、深さ0～20cmでは、寒肥および春肥①の影響で毎年1月下旬や2月上旬に対照区より多く、シミュレーション通りになったが、1、2年目の一番茶の品質が対照区より劣った。このことから、寒肥および春肥①は、

一番茶の収量を高める要因になったかもしれないが、一番茶の品質を高める要因にはならなかったと考えられた。一方、深さ20～40cmでは、1年目に当たる2004年9～11月と2005年4月下旬（一番茶摘採直後）～6月、2年目に当たる2006年5～11月で対照区より少なく、秋肥や夏肥の少ない春肥重点型のシミュレーション通りになったが、3、4年目は大差なかった。このことは、1、2年目の荒茶品質低下並びに3、4年目の品質回復と関係があると思われた。しかし、一番茶摘採直後～11月という時期を考慮すると、この無機態窒素の結果は、一番茶ではなく、二、三番茶の品質に影響を与えたと考えられた。その一方で、有機質肥料区の3年目の土壌の全窒素やタンパク質様窒素は、各層位で増加していた。これらのことから、3、4年目の4月下旬～11月の無機態窒素が、時期的に少ない施肥量でありながら対照区並みになったのは、タンパク質様窒素すなわち可給態窒素が無機化して供給されたためと考えられた。また、筆者⁵⁾らは、チャが無機態窒素だけでなく、タンパク質様窒素も直接吸収している可能性があることを報告した。このことから、3、4年目の一番茶の品質が対照区並みになった要因は、年々増加するタンパク質様窒素の直接吸収量の増加である可能性が示唆されたが、その寄与の程度については本実験からは明らかにすることができなかった。

うね間土壌における有機質肥料区のpHは、各層位で3年目以降高くなったが、これは有機質肥料区では硫安等の生理的酸性肥料の施用がなかったことと、カルシウム含有率が30%以上と高い豚肉骨粉を3月下旬の春肥で施用したためと考えられた。表4において、3年目のうね間土壌の交換性カルシウム含量が3倍程度多かったことから豚肉骨粉の影響は伺える。また、豚肉骨粉はリン酸含有率も12%と高いため、リン酸の年間施肥量が増え、土壌中のトルオーグリン酸も乾土100g当

たり584mgと対照区の373mgより多くなった。鹿児島県の土壌診断基準¹⁾ではトルオーグリン酸は乾土100g当たり5～50mgであるので、対照区も既にリン酸は過剰であるが、肉骨粉の施用には注意が必要であると考えられた。一方、年間のカリ施肥量は対照区の1/4と少なかったが、3年目7月の土壌中の交換性カリウム含量は対照区と同等だったので、本試験ではカリ不足の可能性は低いと考えられた。しかし、牛ふん堆肥や草木由来のカリ資材等でカリの補給を検討する必要があると思われた。

うね間土壌の物理性については、4年目の土壌硬度を調べたが、有機質肥料区と対照区に差は見られなかった。有機質肥料のみの栽培では、慣行栽培に比べて土壌硬度が大きく変化することはないと考えられた。

うね間土壌の生物性については、4年目の土壌微生物数を調べた。有機質肥料区は、深さ0～20cmでは、放線菌および細菌が対照区より多かったが、深さ20～40cmでは、アンモニア酸化細菌すなわち硝化菌が多かった。これらから、有機栽培では、微生物の餌である有機物が増加したことや土壌pHが上昇したことにより、慣行栽培より土壌微生物が豊富になったと考えられた。

現在、有機茶栽培を取り巻く研究は、病害虫や雑草対策が重要視されがちであるが、施肥法や土づくりも重要であると考ええる。本研究では、寒肥や春肥を重点とした施用をすると、有機質肥料のみでも3年目以降は慣行区並みの収量品質が得られることが明らかになった。改正JAS法では、「有機茶」は3年間の移行期間を経たものでないと認められないが、その間に地力向上等の土づくりも可能と考えられた。「有機農業推進法」の施行から3年経過したが、未だ有機栽培への技術支援は遅れている。本研究結果がその一助となることを期待する。

5 摘 要

有機茶栽培を支援するため、有機質肥料のみによる施用について検討した。

年間窒素施用量50kg/10aの条件下において、寒肥を含めた春肥重点型の有機質肥料のみによる施肥を行うと、慣行施肥と比べて、収量への影響はほとんどなかったが、1, 2年目の一, 二並びに三番茶で品質が低下した。しかし、3, 4年目は、一, 二並びに三番茶で慣行施肥と同等の品質になった。この要因として、土壤中のタンパク質様窒素の増加により、持続的に無機化する窒素吸収量やタンパク質様窒素の直接吸収量が増加したためと考えられた。また、有機質肥料のみによる施肥を行うと、土壤中の放線菌や細菌の増加も認められた。ただし、肉骨粉の施用は、土壤中のリン酸やカルシウムを増加させるため注意が必要である。

6 謝 辞

本研究の実施にあたって、「施肥名人[®]Ver2.0」および有機質肥料をご提供頂いたJA鹿児島県経済連肥料農業課、土壤微生物を分析いただいた片倉チッカリン株式会社、土壤CNを

分析いただいた鹿児島県農業開発総合センター生産環境部土壤環境研究室の澁川 洋氏、その他ご協力いただいた同茶業部の関係各位には、深く感謝申し上げます。

7 引 用 文 献

- 1) 鹿児島県・鹿児島県茶業技術協会・鹿児島県茶生産協会(2007)：茶生産技術指針(5版), 59-80.
- 2) 内村浩二・三浦伸之(2004)：黒ボク土茶園における有機物資材の窒素無機化特性. 茶研報, No.98, 11-19.
- 3) 土壤環境分析法編集委員会編(1997)：土壤環境分析法. 博友社, 東京, pp.36-269.
- 4) 後藤 正・小林和郎・松田浩明(1993)：静岡県茶品評会出品茶における茶種別の測色値, 全窒素, 中性デタージェント繊維と官能審査値の関係. 茶研報, No.77, 57-62.
- 5) 三浦伸之・阿江教治・内村浩二・松本真悟(2006)：野菜類およびチャにおける導管液の分子量組成からみた土壤タンパク質様窒素吸収の可能性. 土肥誌, 77, 549-554.