茶園土壌の腐植に関する研究 (第2報)*

各種土壌における茶園, 未耕地, 普通畑土壌の腐植酸の形態について**

農林省茶業試験場 池ヶ谷賢次郎・河合 惣 吾

Studies on Humus of Tea Soil (Part 2)

Forms of Humic Acid of Tea Soil, Uncultivated Soil

and Cultivated Soil

By Kenjiro IKEGAYA and Sôgo KAWAI

1 は し が き

前報において各種土壌の腐植酸のメトキシル基含量 ($-\text{OCH}_3-\text{C}/\text{T}-\text{C}\times 100$) と示差吸光曲線との関係調べ, これらは腐植化度および土壌の種類との関係を明確に示すことを認めた。すなわち, 牧之原台地の赤黄色土, 「黒ボク」および腐植質火山灰土の腐植酸の示差吸光曲線の形状が明らかに異なることを認めた。しかし, これらは茶園として特殊な条件におかれた各種土壌についての検討であった。茶園土壌の腐植について検討するためには, その過程として, 茶園土壌の腐植が未耕地や普通畑の腐植とどのような相違があるかを調べなければならない。しかし, いまだ決定的な腐植の分別, 検索方法が確立されていないので, まず, 従来の腐植の形態分

別方法によって検討し, これら研究の足がかりにしなければならない。したがって, 今回は牧之原台地の赤黄色土, 「黒ボク」および腐植質の富士火山灰土に由来する茶園, 未耕地, 普通畑土壌の腐植について比較検討したので報告する。

2 実 験 方 法

表1のごとき一般化学的性質を示す牧之原台地の赤黄色土, 「黒ボク」および腐植質の富士火山灰土に由来する茶園, 未耕地および普通畑土壌を供試し, 前報と同様に弘法・大羽による SIMON の修正法により腐植の形態を調べ, あわせてメトキシル基含量を求めた。また, 0.5% 水酸化ナトリウムによって浸出した腐植酸を精製し, 前報と同様 GOLDSCHMID 法により示差吸光曲線を

表 1 供試土壌の一般化学的性質

土 壌 の 種 類	植 生 別	pH (H_2O)	全窒素†	全炭素†	塩基† 置換容量	置換性† 石 灰	塩飽和度 基度	リン酸† 吸収係数
牧 之 原 赤 黄 色 土	茶 園	4.2	0.19%	2.23%	20.36 me	1.61 me	22.9%	1085
	未 耕 地	4.7	0.17	2.18	26.02	0.66	9.9	983
	普 通 畑	5.3	0.25	2.43	24.10	11.39	55.4	812
牧 之 原 「黒 ボ ク」	茶 園	4.5	0.36	7.84	33.96	1.71	9.5	2059
	未 耕 地	4.8	0.45	8.54	34.40	2.34	9.0	2653
	普 通 畑	5.3	0.38	8.20	34.08	11.35	38.8	2034
富 士 火 山 灰 土	茶 園	4.6	0.63	9.01	31.81	3.02	17.8	2923
	未 耕 地	5.4	0.71	10.31	31.27	2.68	18.3	3428
	普 通 畑	5.8	0.45	6.61	27.29	15.32	63.3	2456

注: † 乾土当たり

* 茶業技術研究 No. 33, 32~39 (1966) より転載

** 本報の要旨は1965年8月 日本土肥学会臨時大会で発表した。

求めた。

別に SIMON の真正腐植酸の分別法³⁾にしたがい、1% シュウ酸ナトリウムにより腐植を浸出し、浸出液腐植酸 (真正腐植酸) とさらにこれを A 型と B 型腐植酸に分別しその割合を求めた。すなわち、その方法について述べると次のとおりである。乾土 10 g 当りに 1% シュウ酸ナトリウム溶液 100 ml を加え、時々振とうしながら 24 時間放置後、遠心分離器にかけ、これによって得た浸出液の一定量を取り、濃硫酸を加えて生じた沈殿を遠心分離する。その沈殿を再び 1% 酢酸ナトリウムに溶解する。この溶液に 1 N の硫酸マグネシウム溶液を加え、遠心分離して得た沈殿を A 型とする。非沈殿部溶液に硫酸 (100 ml に対し濃硫酸 1 ml) を加えて得た沈殿を B 型とする。なお、1 N 硫酸マグネシウム溶液の添加量は沈殿をつくるに必要なだけ加えればよい。普通 1~1:2 の割合で十分のようである。A 型腐植酸は 1/6 N フッ化ナト

リウム溶液に溶かし、B 型腐植酸は 1 N アンモニウム溶液に溶かし、この溶液について過マンガン酸カリウムの消費量を求め、その数値をもって A 型と B 型の割合を比較する。あるいは A, B 型とも、それぞれ希硫酸溶液で洗浄した後、1 N のアンモニア溶液に溶解し、これについて過マンガン酸カリウムの消費量を求めてもよい。

このようにして、A 型、B 型腐植酸の割合を求めたが、これとともに真正腐植酸の形態を SIMON の修正法により調べた。また、茶園土壌の真正腐植酸、A 型および B 型腐植酸の示差吸光曲線を求めた。

3 実験結果および考察

3.1 SIMON の修正法 (弘法・大羽) による

腐植の形態

供試土壌の腐植の形態を SIMON の修正法によって調べた結果は表 2 のごとくである。

表 2 供試土壌の弘法・大羽による SIMON の修正法による腐植の形態 (0.5% NaOH 可溶)

土壌の種類	植生別	30ml 当たり 0.1N- KMnO ₄ 消費量 ml		腐植浸出液				腐植酸溶液		
		浸出液	フルボ酸	PQ	k 600	RF	$\Delta \log k$	k 600	RF	$\Delta \log k$
牧之原 赤黄色土	茶園	91.8	44.8	51.2 [%]	0.18	47.3	0.723	0.22	84.6	0.617
	未耕地	89.3	43.1	51.7	0.10	22.2	0.816	0.17	73.9	0.667
	普通畑	62.3	33.0	47.0	0.10	27.0	0.819	0.15	62.5	0.669
牧之原 「黒ボク」	茶園	103.0	22.8	77.8	0.19	105.5	0.566	0.14	157.7	0.547
	未耕地	118.5	25.7	78.3	0.16	88.8	0.528	0.16	183.3	0.507
	普通畑	111.0	21.7	80.4	0.19	131.0	0.527	0.22	169.2	0.503
富士 火山灰土	茶園	109.5	24.9	77.3	0.16	114.2	0.528	0.17	178.9	0.502
	未耕地	96.9	20.6	78.7	0.14	121.7	0.535	0.13	236.3	0.499
	普通畑	120.0	35.0	70.8	0.16	114.2	0.512	0.18	194.4	0.505

これによると、鉍質土壌である赤黄色土と腐植質土壌である「黒ボク」および富士火山灰土との間には PQ 値 (沈殿部割合), RF 値 (相対色度) および $\Delta \log k$ に明りょうな差異が認められ、土壌の種類によるこれら性質の差異は、前報と同様な結果である。すなわち、赤黄色土では PQ 値が「黒ボク」および富士火山灰土より小さく、腐植酸とフルボ酸の割合がだいたい 50% ずつである。「黒ボク」および富士火山灰土では腐植酸部が 70% 以上を占めている。RF 値は腐植浸出液および腐植酸のアルカリ溶液の単位炭素量当たりの色度を表すものであるが、赤黄色土では「黒ボク」および富士火山灰土より小さな数値を示し、腐植化の程度が小さいことを示している。なお、この色は赤褐色をしている。「黒ボク」および富士火山灰土の腐植浸出液および腐植酸のアルカ

リ溶液は黒褐色を呈し腐植化度が大きいことを示している。

これらの結果からは、茶園、未耕地、普通畑間の差異を認めることができなかった。

3.2 メトキシル基含量

メトキシル基含量についてみると表 3 のとおりである。すなわち、赤黄色土においては、未耕地と茶園が普通畑に比較してメトキシル基含量が多い。これは、未耕地および茶園土壌のほうが、腐植化度の低い比較的新鮮な有機物がやや多いことを示している。「黒ボク」においては、未耕地が最も多く、次が茶園土壌で、やはり赤黄色土の場合と同様に、茶園には未耕地について新鮮有機物が多く投入されているからであろう。しかし、富士火山灰土の場合は、未耕地のメトキシル基含量が最も少

表 3 供試土壤のメトキシル基含量

土 壌 の 種 類	植 生 別	メトキシル基炭素 全 炭 素 $\times 100$
牧 之 原 赤 黄 色 土	茶 園	1.050%
	未 耕 地	1.098
	普 通 畑	0.900
牧 之 原 「黒ボク」	茶 園	0.635
	未 耕 地	0.752
	普 通 畑	0.442
富 士 火 山 灰 土	茶 園	0.475
	未 耕 地	0.425
	普 通 畑	0.461

なかった。これは未耕地よりも茶園および普通畑のほうがより多く有機物が投入されたためであろう。しかし、これらの結果からは茶園土壤の腐植としての特性を明らかにすることができなかった。土壤の種類別には前報と同様に、赤黄色土は「黒ボク」および腐植質の富士火山灰土より、メトキシル基含量が多く、土壤の種類としての特性を示している。

3.3 SIMON 法による真正腐植酸の分別および

真正腐植酸の性質

SIMON の真正腐植酸の分別法は 1% シュウ酸ナトリウムによる温和な浸出で、浸出された腐植酸部を二価の塩基に対する性質により A 型と B 型に分別するものである。

A 型腐植酸は二価の塩基（マグネシウムなど）と反応して沈殿する性質をもち、土壤中では B 型よりも安定な腐植酸とみなされている。いま、各土壤の A 型、B 型腐植酸の割合を示すと表 4 のとおりである。

これによると、各種土壤とも植生別には A 型、B 型腐植酸の割合に一定の傾向としての差異が認められなかつ

表 4 供試土壤の真正腐植酸の A 型、
B 型腐植酸の割合

土 壌 の 種 類	植 生 別	A 型	B 型
牧 之 原 赤 黄 色 土	茶 園	52.9%	47.1%
	未 耕 地	58.3	41.7
	普 通 畑	54.6	45.4
牧 之 原 「黒ボク」	茶 園	45.6	54.4
	未 耕 地	46.1	53.9
	普 通 畑	39.8	60.2
富 士 火 山 灰 土	茶 園	3.2	96.8
	未 耕 地	1.0	99.0
	普 通 畑	4.2	95.8

たが、土壤の種類別には明らかな差異が認められた。すなわち、赤黄色土では A 型が B 型より多く、「黒ボク」では B 型が A 型よりやや多かった。富士火山灰土では A 型がきわめて少なく、B 型が大部分を占めていた。

前報および表 3 に示したメトキシル基含量などから考えれば、腐植化が進み安定な形態と思われる富士火山灰土腐植酸には A 型のほうが多く含まれるのではないかと思われたが、これと相反する結果となった。小坂によれば非火山灰土に A 型腐植酸の生成がみられないとしているが、これに相反する結果となったので、今後よく検討することにする。

次に、1% シュウ酸浸出液の腐植酸部すなわち、真正腐植酸について SIMON の修正法を適用してその性質を比較検討した。その結果は表 5 のとおりである。すなわ

表 5 供試土壤の真正腐植酸についての SIMON の修正法による形態

土 壌 の 種 類	植 生 別	浸出液 100ml 当たり 腐植酸部 0.1N- KMnO ₄ 消費量 ml	比色液 30ml 当たり 0.1N-KMnO ₄ 消 費 量 ml	k 600	RF	$\Delta \log k$
牧 之 原 赤 黄 色 土	茶 園	38.6	2.32	0.12	51.7	0.636
	未 耕 地	20.7	2.49	0.11	44.2	0.856
	普 通 畑	23.5	1.41	0.09	67.3	0.614
牧 之 原 「黒ボク」	茶 園	52.8	0.75	0.11	166.6	0.549
	未 耕 地	50.3	0.80	0.12	156.5	0.539
	普 通 畑	66.0	1.00	0.14	145.0	0.553
富 士 火 山 灰 土	茶 園	30.9	1.86	0.10	53.7	0.644
	未 耕 地	4.9	2.94	0.09	33.3	0.732
	普 通 畑	30.9	1.86	0.09	48.3	0.648

ち、牧之原の赤黄色土と「黒ボク」では 0.5% 水酸化ナトリウムにより浸出された腐植酸の性質に大きな差異はないが、富士火山灰土においては 1% シュウ酸ナトリウムにより浸出される腐植酸が少なく、しかも未耕地においては、きわめて少なかった。また、富士火山灰土の場合、 RF 値と $\Delta \log k$ の値が赤黄色土腐植酸の数値とあまり差異がなかった。

この結果からみれば、富士火山灰土の真正腐植酸は腐植化度の小さいものとなるが、後に述べるごとく、リグニンの性質を示さない腐植酸であり、腐植化が著しく進んだものと思われる。

植生別の差異としては表 5 にみられるごとく、真正腐植酸がいずれの土壌においても未耕地に最も少なく、赤黄色土では茶園が、「黒ボク」では普通畑が最も多かつ

図 1 牧之原赤黄色土に由来する茶園、未耕地、普通畑土壌腐植酸の示差吸光曲線

図 2 牧之原「黒ボク」に由来する茶園、未耕地、普通畑土壌の腐植酸の示差吸光曲線

た。富士火山灰土では未耕地が最も少なく、茶園と普通畑が同じであった。しかし、これはすでに述べたごとく、本質的な腐植酸の差異ではない。したがって、この差異が何を意味するのか今後の検討により明らかにしなければならない。

図 3 富士火山灰土に由来する茶園、未耕地、普通畑土壌に腐植酸の示差吸光曲線

3.4 茶園、未耕地、普通畑土壌の腐植酸の示差吸光曲線

赤黄色土の植生別土壌腐植酸の示差吸光曲線は図 1 に示すとおりである。これによると、前報と同様に、赤黄色土の腐植酸はいずれもリグニンの性質を示しており、メトキシル基含量の少なかった普通畑土壌の腐植酸は茶園、未耕地土壌の腐植酸よりフェノール性水酸基による 350 mμ における示差吸光度が小さく、やや腐植化が進んでいることを示している。

図 4 牧之原赤黄色土(茶園)の真正腐植酸およびA型、B型腐植酸の示差吸光曲線

「黒ボク」および富士火山灰土における 植生別土壤腐植酸の示差吸光曲線は図 2, 3 に示すとおりである。すなわち、両土壤とも植生別による差異はほとんど認められなかった。

これらのことは、いうまでもなく、腐植酸はフルボ酸より安定したものであり、植生の相違により腐植酸の生成過程、形態などは左右されないことを示している。すなわち、土壤の母材的な生成過程の差異が根幹をなし、

その結果として土壤の特性を示した腐植酸が生成されるものといえよう。

3.5 SIMON の真正腐植酸および A 型、B 型腐植酸の示差吸光曲線

赤黄色土、「黒ボク」および腐植質の富士火山灰土に由来する茶園土壤の 1% シュウ酸ナトリウムにより抽出した腐植酸（真正腐植酸）と A 型および B 型腐植酸の示差吸光曲線を求めた結果は図 4, 5, 6 のとおりである。

すなわち、0.5% 水酸化ナトリウムにより浸出された腐植酸と同様に、示差吸光曲線は、それぞれ土壤の種類としての特性を示した。赤黄色土の A 型および B 型腐植酸の示差吸光曲線についてみると図 4 のとおりである。

A 型、B 型ともにリグニンの性質を示しているが、B 型のほうが、その形状からみて、リグニンの性質が強いことを示している。

次に、「黒ボク」の A 型、B 型腐植酸の示差吸光曲線についてみると図 5 のとおりである。

図 5 牧之原「黒ボク」(茶園)の真正腐植酸および A 型、B 型腐植酸の示差吸光曲線

図 6 富士火山灰土(茶園)の真正腐植酸および A 型、B 型腐植酸の示差吸光曲線

これによると、いずれもリグニンの性質を示さないが、B型腐植酸では250 m μ 付近にフェノール性水酸基の反応がわずかに認められる。したがって、「黒ボク」においてもA型腐植酸のほうがB型腐植酸よりわずかなはあるが腐植化が進んでいるようである。

富士火山灰土においては、A型腐植酸がきわめて少なく、B型腐植酸が大部分を占めていた。したがって、A型腐植酸の示差吸光曲線は求めなかった。B型腐植酸の示差吸光曲線は図6に示すごとくで、リグニンの性質を示さず、きわめて腐植化の進んだ腐植酸であることを示している。

これらの結果は、小坂がA型、B型腐植酸のメトキシル基含量を求めて指摘したごとく、SIMONの方法によりA型あるいはB型腐植酸として分別しても土壤の種類により、全く異質のものをA型あるいはB型として分別していることになる。

4 結 語

牧之原台地の赤黄色土と「黒ボク」および富士火山灰土に由来する茶園、未耕地、普通畑土壤の腐植の形態について比較検討したが、いずれの土壤においても茶園土壤の特性を認めることはできなかった。これはその方法が、従来用いられてきたもので、土壤分類には役立つけれども、ある特殊な成分についての検索がなされないためであろう。

SIMONの真正腐植酸の分別方法は全く異質なものを、A型あるいはB型として大きく分別していることがわかった。これらの方法は今後改められなければならない。

腐植化の程度はメトキシル基含量やSIMONの修正法、ならびに示差吸光曲線を求めることにより知ることができるが、植生別による差異よりも土壤の種類による差異が大きく現われるので、これらの方法によっても茶園の特性を知ることができなかったものといえよう。

茶園土壤のうね間には山草や稲わらが多量に施用されるが、これらの腐植化したものは未耕地や普通畑と比較してそんなに大きな差異はないであろう。茶株の下には落葉が多量にたい積しており、これらの分解生成物の土壤に及ぼす影響はみのがすことができないであろう。すなわち、茶葉にはポリフェノール類が多量に含まれており、これはCOULSON⁵⁾らが調べているごとく、ポリフェノール類による鉄の溶脱作用を大きく助長しているであろう。したがって、今後に残された問題は、うね間に多量に投入される有機物質材の分解生成物および株下落葉の分解生成物の性質と、これらが土壤に及ぼす影響を調べることである。

5 要 約

牧之原台地の赤黄色土と「黒ボク」および富士火山灰

土に由来する茶園、未耕地、普通畑土壤の腐植の形態について比較検討した。その結果を要約すると次のとおりである。

1. SIMON法、腐植酸の示差吸光曲線およびメトキシル基含量を求めて茶園、未耕地、普通畑土壤の腐植の性質を比較検討したが、茶園土壤の特性を認めることができなかった。しかし、土壤の種類による差異は明ように認められた。

2. 0.1% シュウ酸ナトリウムにより浸出される真正腐植酸は、茶園 $\geq$ 普通畑 $>$ 未耕地の順であった。真正腐植酸のうちA型とB型の占める割合は、牧之原の赤黄色土ではA型がB型より多く、「黒ボク」ではB型のほうがやや多かった。富士火山灰土ではA型がきわめて少なく、大部分がB型であった。

3. A型およびB型腐植酸の示差吸光曲線の形状は赤黄色土ではA、B型ともにリグニンの性質を示し、「黒ボク」および富士火山灰土ではいずれもリグニンの性質を示さなかった。

6 引 用 文 献

- 1) 河合惣吾, 池ヶ谷賢次郎: 土肥誌, 36, 214~218 (1964).
- 2) GOLDSCHMID, O.: *Anal. chem.*, 26, 1421~1423 (1954).
- 3) 船引真吾, 青峰重範: 新選土壤実験法(養賢堂).
- 4) 小坂二郎: 農技研報B, No. 13, 253~352 (1962).
- 5) COULSON, C. B., R. I. DAVIS, and D. A. LEWIS: *J. Soil Sci.*, 11, 20~29 (1960).

Summary

The property of humus among tea soil, uncultivated soil and cultivated soil derived from Fuji volcanic ash soil, diluvial Makinohara red-yellow soil and the "Kuroboku" soil was examined.

The results were summarized as follows:

1. The form of humus by SIMON's method, methoxyl content of humus and difference spectrum of humic acid among tea soil, uncultivated soil and cultivated soil were examined.

These investigations did not show any characteristics of tea soil, but indicated the characteristics of soil category.

2. The amount of true humic acid extracted with 0.1% sodium oxalate solution (the modified SIMON's method) was as follow :

tea soil $\geq$ cultivated soil $>$ uncultivated soil.
The amounts of A type and B type in true humic acid (by SIMON) in these soils were as follows :

A type was more than B type in Makinohara red yellow soil, B type was a little more than

A type in the "Kuroboku" soil and A type was very little in Fuji volcanic ash soil.

3. The difference spectra of A and B types of humic acid (by SIMON) in red yellow soil indicated a lignin-like pattern but that of "Kuroboku" or Fuji volcanic ash soil did not indicated such a pattern.

(June, 4, 1966)

茶園土壤の腐植に関する研究 (第3報)*

窒素の施用量と有機物資材の分解との関係

農林省茶業試験場 池ヶ谷賢次郎・河合 惣 吾

Studies on Humus of Tea Soil (Part 3)

Decomposition of Organic Matter at Various Nitrogen Manuring Levels

By Kenjiro Ikegaya and Sôgo Kawai

1 は し が き

茶園に対する稲わらや山草のマルチの効果については論ずるまでもないが、一方、これら有機物資材はやがて分解され、腐植の給源となるものである。マルチの物理的效果を発揮するためには分解しにくいほうがよいが、反面、腐植の増大を図るためにはよく分解し、安定した腐植を生成するほうがよい。このような観点から、ススキなどを主体とした山草あるいは稲わらなどが多用されてきたものと思われる。

近年、山草や稲わらの入手が困難となり、廃材の利用や、亜炭、泥炭などに化学処理を加えたニトロフミン酸系土壌改良剤の利用が考えられるようになってきた。これらのことから、腐植の研究の一環として、茶園土壤における有機物資材の分解について予備的ではあるが、ALLISONらの方法にしたがい窒素施用量と有機物資材の分解との関係を調べたので報告する。

2 実 験 方 法

2.1 有機物資材の分解に伴う炭酸ガス発生量の測定

有機物資材として稲わら、ススキ、おがくず、テルナ

表 1 供試土壤の一般化学的性質

pH		置換酸度 y ₁	全窒素	全炭素	炭素率
H ₂ O	KCl				
4.8	4.2	19.0	0.09%	1.07%	11.9

表 2 供試有機物資材の全窒素、全炭素含量および炭素率

有機物資材	全窒素 %	全炭素 %	炭素率
稲 わ ら	0.63	45.3	71.9
茶 葉 (古葉)	3.10	58.8	19.0
ス ス キ	0.27	50.0	185.0
お が く ず	0.19	53.3	280.5
テ ン ボ ロ ン	1.22	41.4	33.9
テ ル ナ イ ト	2.50	55.0	22.0

イトおよびテンポロン、また、茶株の下にたい積する茶葉を供試しこれを1mmのふるいを通過するように粉碎した。表1に示すごとき化学性をもった牧之原の赤黄色

* 茶業技術研究 No. 33, 39~43 (1966) より転載