米の食味と土壌型との関係

第1報 土壌型とその化学的性質が水稻の生育・食味に及ぼす影響*

茶 村 修 吾・川瀬金次郎・横 山 栄 造・本 多 康 邦

(新潟大学農学部)

緒 言

米の食味は産地によつて異なると言われているが、産地と言う場合には、品種・気候・土壌の影響が総合的に現われたものである。それでわれわれは土壌の一要因である土壌型と、食味との関係を明らかにするために本試験を行なつた。

材料および方法

気象や河川の影響を少なくするために、同一河川の流域の狭い地域から、母材の異なる水田土壌を選出し、同じ品種を栽培した。1966年には、新潟県の荒川流域に、沖積層土壌・第三紀層土壌・泥炭土壌を選出し、越路早生を栽培した。個々の水田の地力が異なるので、栽培は、農家の慣行栽培法に準じて、高橋吉三普及員の指導により行なつた。1967年には、新潟県の早出川流域に、沖積層土壌・火山灰土壌・洪積層土壌を選出し、環境に敏感な新7号を栽培した。この年の農家の指導は広川隆治普及員が行なつた。なお米の食味調査は、新潟食糧事務所に依頼して、24人のパネルによる官能検査を行ない、米質の調査は、食糧庁の国内産米穀被害粒等限界基準品解説書(昭和41年制定)により行なつた。

結 果

1. 土壌の理化学的性質 1966年に調査した、沖積層土壌は、砂壤土で粘土含有率が少なく、塩基置換容量が少なかった。また腐植・全窒素・湿润土の地温上昇効果による窒素の生成等はいずれも少なかった(第1表)。泥炭土壌は、植壤土で粘土含量はより多く、塩基置換容量が大きかった。また腐植が甚だ多く、全窒素、湿润土の地温上昇効果による窒素の生成等も多かった。1967年においても、沖積層土壌は、第I層は砂質壤土で粘土が少なく、塩基置換容量が少なかった。また腐植、全窒素も少なかった。なお第

II層は礫層であつた。火山灰土壌はシルト質粘土で、粘土が多く、塩基置換容量がやや多かつた。また腐植・全窒素・第II層の地温上昇効果による窒素の生成もやや多かつた。また磷酸吸収係数が大きかつた。洪積層土壌はシルト質粘土であるが、腐植・塩基置換容量・全窒素・地温上昇効果による窒素の生成等はいずれも少なかった。第三紀層土壌は、軽粘土で、塩基置換容量が火山灰土に近い値を示した以外は、火山灰土壌と洪積層土壌との中間の値を示した。加里・石灰・ソーダ等の含有率と米飯の味との間には、2年間の各土壌に共通する一定の関係はなかつた。

2. 水稻の生育収量：草丈と茎数の消長 1966年の調査では、沖積層土壌では、7月27日より収穫期(稈長)までの草丈の伸長は最も少なく(第2表)、この期間の m^2 当り茎数は最も減少したので、この期間の栄養体の生長は少なかったものと考えられる。泥炭土壌では、同じ期間の草丈の伸長は最も多く、 m^2 当り茎数の減少は最も少なかったもので、この期間の栄養体の生長は旺盛であつたものと考えられる。第三紀層土壌では、両者の中間の値であつた。1967年には、7月13日より収穫期までの草丈の伸長は、土壌間の差が少なかったもので、 m^2 当り茎数の消長を見ると、沖積層土壌では減少し、火山灰土壌では増加し、洪積層土壌では多肥のために茎数と草丈が過大となり、地際より完全に倒伏したので、土壌型よりも倒伏の害が顕著に現れた場合と考えられる。

根 いずれの土壌の場合にも、腐敗根や黒色根はなく、生育が進行して二次根が脱落した第IV根¹⁾の数に、差があつたに過ぎないので、肥料吸収力の差は少なかったものと考えられる。

収穫物調査 1966年の調査では沖積層土壌では m^2 当り穎花数(最長稈の穎花数 $\times m^2$ 当り穂数)は最も少なく、 m^2 当り几乾藁重(地上5cmより刈取つたので全藁重より軽い)も軽く(第3表)、10a当り玄米収量は少なかった。泥炭土壌では m^2 当り穎花数はやや多いが、藁重が甚しく重いので、籾率率は低かつた。第三紀層土壌では m^2 当り穎花数が多く、藁重

* 昭和46年5月29日受理

第146回講演会(昭和43年10月)において発表

Table 1. Chemical properties of soil

	Name of soil	Horizon	Depth (cm)	Soil class	PH (H ₂ O)	B. E. C. (m. e.)	Base sat. (%)	Humus (%)	T. N. (%)	NH ₃ -N (30°C) wet soil (mg)	Coef. P ₂ O ₅ Absorp. (mg)
1966	Alluvial S.	I	0~12	SL	5.26	13.69	27.17	2.28	0.12	1.82	875
		II	12~23	〃	5.40	13.07	34.12	1.46	0.09	1.10	1,094
		III	23~37	〃	5.95	13.23	46.64	1.17	0.08	—	798
		IV	37~50	〃	6.03	12.82	52.34	0.60	0.03	—	791
	Tertiary S.	I	0~13	LiC	5.39	24.78	35.19	6.06	0.32	2.10	1,251
		II	13~32	〃	5.81	18.30	51.42	3.73	0.23	1.57	1,521
		III	32~50	HC	5.66	30.72	42.64	1.16	0.10	—	1,761
	Peat s.	I	0~12	CL	5.63	33.23	70.90	28.58	0.91	4.40	—
		II	12~60	〃	4.98	—	—	29.88	1.05	2.76	—
1967	Alluvial S.	I	0~14	SCL	5.78	15.08	58.89	5.23	0.27	3.02	503
		II	14~	Gravel							
	Volcano ash s.	I	0~15	SiC	5.52	21.52	32.48	9.61	0.39	1.40	1,551
		II	15~28	LC	5.79	23.98	36.53	8.33	0.31	1.16	1,703
		III	28~38	SiC	5.79	24.14	37.08	8.17	0.33	—	1,675
		IV	38~	〃	5.76	23.75	35.20	7.83	0.31	—	1,756
	Diluvial s.	I	0~16	SiC	5.76	16.27	59.62	3.95	0.20	1.74	820
		II	16~25	〃	6.80	16.03	88.33	0.77	0.06	0.41	660
		III	25~35	〃	6.91	17.59	81.13	0.60	0.05	—	771
		IV	35~	〃	6.90	16.58	81.60	0.61	0.05	—	643

Table 2. The change of plant height and number of stems in the later stage of plant growth

1966	Name of Soil	Trans-planting date	No. of stems per m ²				Plant height (cm)			
			June 21	July 27 (A)	Time of harvest (B)*	(B—A)	June 21	July 27 (C)	Time of harvest (D)**	(D—C)
1966	Alluvial S.	5.25	153	361	268	—93	33	72	74	+2
	Tertiary S.	5.22	250	467	379	—88	35	78	82	+4
	Peat S.	5.19	228	354	326	—28	36	82	88	+6
1967	Name of Soil	Trans-planting date	No. of stems per m ²				Plant height (cm)			
			June 14	July 13 (E)	Time of harvest (F)*	(F—E)	June 14	July 13 (G)	Time of harvest (H)**	(H—G)
1967	Alluvial S.	5.24	197	387	346	—41	34	66	84	18
	Volcano ash S.	5.24	102	263	301	+38	31	62	79	17
	Diluvial S.	5.24	233	510	438	—72	34	76	94	18

*: No of panicles. **: Length of stalk. Heading date: August 3—4.

が軽いので籾率比率は高かった。1967年には、沖積層土壌では、m² 当り穎花数と藁重が中位であるので、籾率比率も中位であつた。火山灰土壌では、藁重が軽いので籾率比率が高かった。洪積層土壌では、藁重も m² 当り穎花数も多いが、倒伏のために全籾重が減少したので、籾率比率は低かった。

3. 米質と食味：米質 精玄米を用いて、完全米・腹白粒・心白粒・青末熟粒・乳白粒・基部未熟粒・茶米・胴割粒・き形粒・発芽粒等の混在割合を調査した。その結果、腹白粒が生じ易い大粒の新7号では、腹白粒が多い沖積層土米は味が良かった(第4表)。また味が劣る泥炭土米と洪積層土米には、乳白粒が多く、心

Table 3. The properties of harvest

1966	Name of Soil	No. of spikelets per m ²	Wt. of Straws (g/m ²)	Whole paddy (g/m ²)	Grain/shoot ratio	Spikelets per ear	% of ripened grains	Wt. of 1,000 grains (g)	Yield of brown rice (kg/10a)
	Alluvial s.	28,600	361	497	1.38	107	93	24.0	393
1967	Tertiary s.	39,600	327	632	1.88	104	91	23.7	503
	Peat s.	32,800	499	590	1.18	101	93	23.3	470
	Alluvial s.	37,600	465	589	1.27	109	68	28.1	443
1967	Volcano ash s.	34,800	367	571	1.56	115	88	29.3	447
	Diluvial s.	51,500	505	544	1.08	118	50	25.5	362

Table 4. The quality of rice grain produced on various soil

Variety	Name of soil	White belly rice	Milky white rice	White Core rice	Checked rice
Koshijiwase	Alluvial s.	3.2%	0.6%	0%	22.5%
	Tertiary s.	12.9	0.7	1.1	25.6
	Peat s.	7.5	1.6	3.4	10.7
Shin-nana-go	Alluvial s.	37.6	2.7	3.1	19.5
	Volcano ash s.	19.1	2.3	1.3	46.1
	Diluvial s.	16.9	11.0	3.3	17.5

白粒もやや多かつた。両品種において、心白粒が多い場合には胴割粒が少なかつた。

食味 外観・香り・味・粘り・硬さ・総合評価の6項目を調査した結果、1966年は、第三紀層土米の各項目は、沖積層土米の各項目に較べて、僅かに劣るに過ぎなかつたが(第1図)、泥炭土米の各項目はいずれも沖積層土米より劣つた。1967年の新7号は、越路早生の沖積層土米(産地は異なる)を標準として調査した。その結果、新7号は同じ土壌型の沖積層土壌に栽培しても、越路早生に較べ、総合・味・粘り・外観の4項目で劣り、香りは良く、硬かつた。また新7号では、火山灰土米と洪積層土米は、沖積層土米に較べ、上記の総合・味・粘り・外観の4項目が劣り、硬かつた。

考 察

食味調査において、総合評価に最も強い関係を示した項目は、兩年を通して見ると味であつた。それで味の良いたが米の一般の食味評価には最も必要である。その味は粘りと関係が強かつたが、このことはすでに指摘されている⁴⁾。1967年の香りの優劣の順位

Fig. 1. The sensory test of cooked rice produced on various soil

は、味の順位と異なるので、香りと味とは常に同じ要因により生ずる現象とは考えられない。また硬くて粘りのない米飯は味が劣る⁸⁾と言われるが、この関係は1967年の品種間に見られるが、同一品種内においては、兩年共に見られず、硬い米飯が反対に味が良かつた。これは硬さは差が少なくて味への影響が少なかつたことによると考えられる。従つて土壌型の差によつて生ずる食味の差は、米飯の粘りと関係が強く、硬さと香りの影響は少なくて、比較的に軽度なものである。

泥炭土壌では、北海道等で生ずる土壌 pH の低下⁷⁾

はなく(第1表), 第IV根は少ないので, 根の肥料吸収力は他の土壌より弱くなつたと考えられる。したがって夏期の高温によつて腐植が分解して生成した²⁾多量のアムモニヤ態窒素がよく吸収されて, 生育後期の窒素過剰の主因をなしたものと考えられる。さらに塩基置換容量が大きいことは, アムモニヤ態窒素を保持して, 水稻の窒素吸収を助長したものと推察される。このような生育後期の窒素過剰により, 直接的に米粒中の窒素含有率が多くなつて味の低下に関与する¹⁾と共に, 間接的には多量の穎花の着生⁹⁾と, 受光態勢の悪化を生じて, 同化量が不足し, 米粒内の澱粉蓄積が低下して味が悪化した¹⁾ものと考えられる。この同化量の不足は, 米粒の千粒重の減少や糊化比率の低下等となつて現われた。なお糊化比率の低下は, 後期の窒素吸収量の増加による茎葉重の増加と枯死脱落葉の減少¹⁰⁾により, 促進されたものと考えられる。

沖積層土壌では, 根の障害はほとんどなかつたが, 土壌の腐植, 全窒素ならびに深層(第II層)の地温上昇効果が少ないので, アムモニヤ態窒素の生成が少なく, さらに塩基置換容量が少ないことが加わつて, 生育後期の窒素吸収量が少なかつたものと考えられる。そのため米粒の窒素含有率が低下して味の向上に寄与すると共に, 穎花数の制限と受光態勢の良好化により, 糊当りの同化量が増大したものと考えられる。このことは糊化比率の向上と千粒重の増加となつて現われ, さらに米粒内では澱粉含有率が上昇し, 味が良くなつたものと考えられる。ただし1966年には, 窒素が早期に減少して穂数が不足し, 収量が著しく低下した。

火山灰土壌では, 腐植・全窒素・地温上昇効果・塩基置換容量等がいずれも泥炭土壌と沖積層土壌との中間の値であつたので, 7月13日以後の茎数増加は多いが, m^2 当り全茎数は少なく, 草丈も低いので, 同化作用が害されるほど過繁茂ではなかつたものと考えられる。なお田植深が4.5cmで他の土壌の2~3cmより深いので, 刈残が多いことが加わつて, 葉重は過少に, 糊化比率は過大になつたものと考えられる。火山灰土壌の大きい特徴は燐酸吸収係数が高いので有効燐酸が少ないことであり, このために糖の移行が阻害されて, 胚乳への澱粉の蓄積が減少して味が劣つたものと考えられる。

洪積層土壌では, 施肥窒素量が多かつたので過繁茂となり倒伏した。このために登熟が著しく害されて, 味が甚しく劣つたが, 土壌の化学的性質は沖積層土壌に似ているので, 施肥に留意して倒伏を防止出来たら,

味の良い米を生産し得たものと推察される。

第三紀層土壌では, 腐植・全窒素・地温上昇効果・塩基置換容量等が沖積層土壌よりか僅に多いので水稻の生育は沖積層土壌に類似し, 味は僅かに劣るに過ぎなかつた。しかし収量は沖積層土壌より多かつた。したがって栄養体の後期生育が旺盛で, 葉重が重く, 糊化比率が低い場合には味の味が劣ることになる。

小粒品種の心白粒は初期に, 大・小粒品種の乳白粒は心白粒より数日遅れた時期に, いずれも障害によつて澱粉の充実が阻害されたものであるが⁵⁾, これらの未熟粒が多い泥炭土米と洪積層土米は, 千粒重も低下しているので, 阻害作用は多数の米粒に及んでいるものと推察される。これらの場合には味も劣つたので, 澱粉の充実が害される場合には味の味も劣化したものと考えられる。反対に腹白粒が発生し易い大粒品種に腹白粒が多い場合(新7号の沖積層土米)は, 米粒の幅が広いことを示し⁵⁾, 味が良い。また心白粒・腹白粒の少ない品種に胴割粒が多く発生した場合は(越路早生の沖積層土米・第三紀層土米)味が良かつたが, これは心白粒(関係は少ないが乳白粒も)が少ないので, 充実の良い米粒を示す⁶⁾ものと考えられる。ただし腹白粒が多いはずの大粒品種に, 腹白粒が少なく胴割粒が多い場合(火山灰土米)は, 澱粉含有率が低く¹⁾, 味が劣つた。

要 約

(1) 土壌型の差によつて味の味が劣化する場合には, 米飯の粘りが減少した。(2) 沖積層土壌, 第三紀層土壌, (洪積層土壌)では味の良い米が生産され, 火山灰土壌, 泥炭土壌で生産された米は味が劣つた。(3) 同じ土壌型の土に栽培しても品種が異なれば味が異なり, また倒伏すれば味が劣つた。(4) 腐植, 全窒素, 湿潤土の地温上昇効果(特に第II層以下の深層), 粘土含有率ならびに塩基置換容量等が大きくて, 水稻の生育後期に窒素過剰となる場合には味が劣つた。(5) 燐酸吸収係数の強い火山灰土壌より生産された米は味が劣つた。(6) 水稻の生育後期の窒素過剰や倒伏の場合には, 糊化比率や千粒重が低下し, 登熟期の同化作用が阻害されて味が劣化したものと考えられる。(7) 肥大・充実粒の多い米は味が良かつた。これは大粒で腹白粒の多い品種において腹白粒が多い場合や, 小粒品種に胴割粒が多い場合であつた。反対に障害に原因して澱粉の充実不良粒が多い米は味が劣つた。これが大・小粒品種の乳白粒や小粒品種の心白粒の場合であつた。

文 献

- 1) 茶村修吾・本田康邦・飯田耕平・坪川藤夫 1971. 米の食味と土壌型との関係, 第2報 土壌型と米粒の化学的性質. 日作紀 投稿中.
- 2) 原田登五郎 1958. 腐植に関する研究. 農林省振興局研究部, 土壌肥料全編. 養賢堂, 東京, 185.
- 3) 稲田勝美 1967. 水稻根の生理的特性に関する研究, 農業技術研究所報告D 第16号 47—48.
- 4) 倉沢文夫・伊賀上郁夫・早川利郎 1962. 粳米の食味(特に粘り)に関する研究, 第3,4報 栄養と食糧 15: 84—92.
- 5) 長戸一雄 1952. 心白・乳白米及び腹白の発生に関する研究, 日作紀 21: 26—27.
- 6) 長戸一雄・江幡守衛・石川雅士 1964. 胴割米の発生に関する研究, 日作紀 33: 82—89.
- 7) 西潟高一 1958. 泥炭地および泥炭質土壌, 農林省振興局研究部, 土壌肥料全編. 養賢堂, 東京, 342, 345—346.
- 8) 農林省食糧研究所 1969. 米の品質と貯蔵・利用, 36・41・50・55.
- 9) 和田源七・松島省三 1962. 水稻収量構成要素とその応用に関する作物学的研究, LX 111 穎花数成立機構に関する研究, 日作紀 31: 23—26.
- 10) ——— 1970. 水稻の同化産物配分に関する研究, 第3報 日作紀 39: 26—32.
- 11) 山田登 1962. 水稻根の活力診断, 戸荻義次他, 稲作診断法(下). 農業技術協会, 東京, 36.

Studies on the Relation between the Types of Soil and the Palatability of Paddy Rice

I. The influence of chemical properties of various soil on the growth and palatability of paddy rice

Shugo CHAMURA, Kinjiro KAWASE, Eizo YOKOYAMA
and Yasukuni HONDA

(Faculty of Agriculture, Niigata Univ., Niigata)

Summary

1. The palatability of paddy rice produced in various types of soil was found to be in parallel with the stickiness of cooked rice.
2. Alluvial soil, diluvial soil and tertiary soil produced palatable rice, while rice produced on black volcano ash soil or peat soil, was found to be inferior in taste in sensory evaluation.
3. It is suggested that palatability of rice varies according to the varieties of paddy rice even when they are cultivated on the same type of soil. And also it is suggested that lodging reduce the palatability of paddy rice even when it is cultivated on good soil.
4. The soil rich in humus, in total nitrogen, in clay, with large effect of the liberation of ammonia by raising soil temperature at wet condition especially in the deeper soil than I layer and with high cation-exchange capacity, produced rice of poor palatability on account of the excess nitrogen in the later stage of plant growth.
5. The rice produced on the soil high in phosphate-absorbing-index was found to be less palatable.
6. Excess nitrogen in the latter stage of growth, or lodging resulted in the reduction of thousand-kernel-weight and the ratio of paddy weight to straw, suggesting the decrease of photosynthetic capacity at ripening stage.
7. The rice rich in well developed grains was found to be palatable. For example, a variety of white belly rice to produce large grains at normal conditions was found to taste good when many grains were white belly and a variety of small grains was also good in taste when many grains were checked rice. The rice with many kernels abnormally low in starch content caused by damage e. g. : both small and large grain varieties with milky white kernels or a small grain variety with white core rice was found to be inferior in taste.