

## 農地造成による土壌の変化

## Changes in Soil Properties Caused by Land Reclamation

齊藤万之助\* 宍戸信貞\*\*

Mannosuke SAITO and Nobusada SHISHIDO

泥岩残積土からなる未耕地と耕地を対比して、耕地化に伴う土壌の変化を検討した。Al層に比べAp層は厚く均一になるが、礫は多くなり、腐植は減少し、ち密になった。耕地では粗孔隙、毛管孔隙とも減少し、浸入度も大幅に低下した。これらの変化は、抜排根時の表土移動によるものであり、Ap層の均一化は耕耘によってもたらされたものである。管理作業の影響を受けやすい可給態リン酸はAp層で増加したが、バラツキも大きくなる傾向にあった。

《農地造成；抜排根作業；表土移動》

Changes in soil properties by land reclamation were investigated. Land reclamation markedly decreased humus content and increased bulk density of the reclaimed Ap horizon, with reductions in macropores, infiltration and available soil moisture. These detrimental changes in soil properties were caused by surface soil removal during the land clearing process. Compared with the Al horizon of the virgin soil thickness and humus content of the Ap horizon were evened out by tillage practices. The average and also the variability of available P of the Ap horizon were higher.

Key words: land reclamation, land clearing, surface soil removal.

農用地造成は、農産物の生産基盤を作るための自然改造であり、造成過程で未耕地土壌は大きな変化を受け、表土移動や土層の不均一化が生じる。その実態を知ること、合理的な造成法や栽培管理、さらには耕地化に伴う環境変化を考える際にきわめて重要なことである。しかし、実態把握は必ずしも十分ではないようである。本報告は、未耕地と造成地の土壌の性状を対比して、造成による土壌の変化を検討した結果である。

## 1. 調査地と調査法

調査地は鷹柄町（旭川開発建設部管内）の波状性丘陵地にあり、AB両流域に分かれる（図-1）。流域Aは面積18.0 ha、平均傾斜10°の未耕地である。シラカバ、ニレ

などの広葉樹の二次林で、林床にはクマイザサが密生していた。流域Bは面積26.5 haのうち20.0 haが1977～1979年に山成工で耕地化され、造成平均傾斜は8°であった。調査時（1983）には、秋播小麦（18.5 ha）と小豆（1.5 ha）が作付されていた。沢地は未耕地のまま残されていた。

沢地を除き流域Aで未耕地、流域Bで耕地の土壌調査をそれぞれ1983年7月、10月に行った。未耕地では6地点、耕地では5地点で断面調査を行った。同地点で斜面浸入計<sup>2)</sup>により浸入度を測定した。そのほか、未耕地12点、耕地11地点で、主に表土（Al層）ないし作土（Ap）層の性状を調査した。

\*土壌保全研究室長 \*\*同室主任研究員

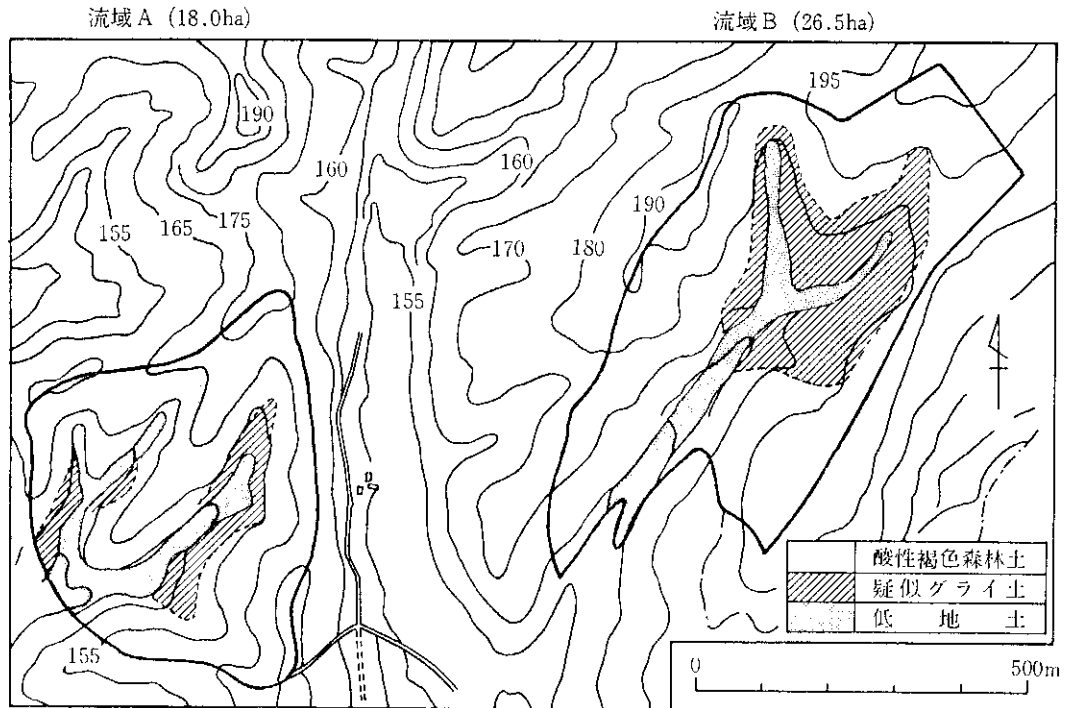


図-1 調査地の地形と土壌分布

## 2. 結果および考察

両流域とも丘陵地には白亜紀の泥岩を母材とした残積土が分布しており、傾斜地では酸性褐色森林土 (Ba), 斜面下部の緩傾斜～平坦なところでは、湿性な疑似グライ土 (Pg) が生成していた (図-1)。ただし、流域 A の Pg は、段丘堆積物を母材としたものである。両流域とも Ba が Pg より分布面積が広く、Pg は両流域で母材が異なるので、以下では主に Ba を対象に論議する。

両流域の Ba の断面形態は次のようである。

### 未耕地

- O +3~0 cm 粗腐植層
- Al 0~8 cm 暗褐 (10 YR 3/4) LiC, 中小亜角塊状, 泥岩小～中風化角礫に富む, 硬度 20, 層界漸移。
- B2 8~33 cm 明褐 (10 YR 5/6) LiC, 中小亜角塊状, 同上礫すこぶる富む, 硬度 20, 層界判然。
- B3 33~60 cm 橙 (10 YR 6/6) CL, 中小塊状, 同上礫すこぶる富み上層より多い。硬度 23, 層界判然。
- C 60~100<sup>+</sup> cm 橙 (10 YR 6/6) CL, 同上礫すこぶる富む (泥岩風化帯)。

### 耕地

- Ap 0~25 cm 褐 (7.5 YR 4/4) LiC, 中小亜角塊状, 泥岩小風化角礫に富む, 硬度 20, 層

界判然。

- B2 25~48 cm 褐 (7.5 YR 4/6) LiC, 中小亜塊状, 泥岩小～中風化角礫すこぶる富む, 硬度 25, 層界判然。
- C 48~100<sup>+</sup> cm CL, 泥岩風化帯。

この両断面の理化学性ならびに Al 層と Ap 層の二三の性状は、表-1, 2 のようである。

未耕地の Ba は、Al 層はあまり厚くなく、バラツキ (CV で表示) も多く、下層土は堅密である。土壌化はあまり進んでおらず、泥岩風化礫が表層からかなり含まれ、下層ほどその径、量とも増し、50 cm 程度から泥岩風化帯となっていた。そして、粘土含量は表層ほど多く、残積土の特徴がよくでている。なお、表-1 の断面の Al 層の礫は、調査した未耕地の Al 層の中で最も多いものである (表-2)。

耕地化すると、Ap 層は耕耘により Al 層より厚く均一になる。腐植含量は半分程度になるが、バラツキも減少している。粘土含量は若干多く、礫含量は倍以上になるとともにバラツキも減少している。容積重も年々耕耘されているにもかかわらず、Al 層より大きい。

ここで礫としたものは、風乾試料を水中浸漬した際にスレーキングせず、2 mm フルイ上に残留したものである。軟質礫であるから農耕に支障をきたすものでなく、やがて細粒化するものである。

Pg の断面形態は表示しなかったが、段丘堆積物、泥

表-1 供試断面の理化学性\*

土 壤 名		酸 性 褐 色				森 林 土		
地 目		未 耕 地				耕 地		
層 名	層 厚 (cm)	A1	B1	B2	C	Ap	B2	C
粒 径 組 成 (全土 %)	礫 粗 砂 細 砂 シルト 粘 土	24.6	43.8	44.9	52.9	23.5	41.1	80.1
		16.1	7.4	10.1	11.6	18.7	18.5	8.0
		16.4	11.1	9.7	9.2	8.9	8.9	1.8
		26.9	23.3	21.7	15.9	24.9	15.7	5.6
		22.0	14.4	13.6	10.4	24.0	15.8	4.5
土 性		LiC	LiC	CL	CL	LiC	LiC	CL
容 積 重	(g/cm <sup>3</sup> )	0.97	1.35	1.44	—	1.31	1.40	—
三 相 比 (vol %)	固 相 液 相 気 相	36.7	48.7	51.9	—	49.0	50.2	—
		26.1	26.0	24.9	—	36.2	30.4	—
		37.2	35.3	25.4	—	14.8	19.4	—
水分飽和度	(%)	41	51	52	—	71	61	—
保 水 性 (vol %)	<pF 1.8 pF 1.8~3.0 pF 3.0~4.2 >pF 4.2	25.8	21.0	19.1	—	7.2	11.3	—
		6.6	5.0	4.5	—	3.2	2.5	—
		9.4	6.7	4.3	—	7.8	4.5	—
		21.5	18.6	20.2	—	32.8	31.5	—
腐 植 全 窒 素	(%)	6.1	2.0	1.3	1.0	3.6	1.5	1.7
C/N		0.21	0.10	0.07	0.06	0.13	0.08	0.09
pH	(H <sub>2</sub> O)	17	12	11	10	16	10	12
	(KCl)	5.0	5.1	5.2	5.5	5.2	4.8	4.9
交換酸度	$\gamma_1$	3.9	3.9	3.9	4.0	4.0	3.9	3.9
CEC	(me/100 g)	27	41	47	43	13	40	40
交換性塩基 (me/100 g)	Ca Mg K Na 計	25.5	21.1	21.8	20.8	20.2	19.5	19.4
		2.85	0.49	0.13	0.20	5.31	0.72	0.21
		1.38	0.79	0.95	1.48	1.24	0.71	0.93
		1.04	0.32	0.17	0.18	0.92	0.24	0.19
		0.13	0.12	0.13	0.23	0.07	0.08	0.09
5.40	1.72	1.38	2.03	7.54	1.75	1.42		
塩基飽和度	(%)	21	8.2	6.3	10	27	9.0	7.3
リン酸吸収係数	(mg/100 g)	960	780	760	680	960	930	820
可給態リン酸	(mg/100 g)	8.3	2.7	2.2	1.8	4.2	2.6	4.7

\* 化学性は <2 mm 乾土当りて表示。

分析法 { 粒径組成: 比重計法, 容積重・三相比: 実容積法, 保水性: 土柱法・遠心法, 腐植: 乾式燃焼法 (堀場炭素分析装置), 全窒素: ケルダール法, pH: ガラス電極法, 交換酸度: カッペン法, CEC・交換性塩基: ショーレンベルガー法, 蒸留法, 原子吸光法, リン酸吸収係数: リン酸アンモニウム液法, 可給態リン酸: プレイ No. 2 法。

表-2 AI層とAp層の二三の性状の比較

項目	地目	土壌	n	$\bar{x}$	s	CV	Max.	Min.	R
層厚 (cm)	未耕地	Ba	13	13.5	6.8	50	27	5	22
		Pg	5	13.2	5.2	40	22	10	12
	耕地		16	25.6	3.9	15	35	21	14
礫 (%)	未耕地	Ba	5	13.3	8.0	60	24.6	6.0	18.6
		Pg	5	29.1	4.9	17	32.5	23.5	9.0
	耕地		10	3.0	0.7	24	4.1	2.1	2.0
			6	3.6	0.4	11	4.3	3.2	1.1
粘土 (%)	未耕地	Ba	5	32.2	8.0	28	44.8	24.1	20.7
		Pg	3	29.1	4.9	6	31.5	28.0	3.5
	耕地		3	1.21	0.14	12	1.38	1.13	0.25
容積重 (g/cm <sup>3</sup> )	未耕地	Ba	13	6.3	2.5	40	12.3	3.4	8.9
		Pg	5	6.1	3.8	63	12.6	3.2	9.4
	耕地		10	3.0	0.7	24	4.1	2.1	2.0
			6	3.6	0.4	11	4.3	3.2	1.1
pH (H <sub>2</sub> O)	未耕地	Ba	13	5.2	0.2	4.0	5.6	5.0	0.6
		Pg	5	5.1	0.1	2.6	5.2	4.9	0.3
	耕地		10	5.4	0.4	7.2	6.0	4.8	1.2
			6	5.3	0.2	4.1	5.5	4.9	0.3
可給態リン酸 (mg/100 g)	未耕地	Ba	9	3.5	1.9	55	8.3	2.0	6.3
		Pg	4	3.5	1.5	43	5.4	1.8	3.6
	耕地		9	26.9	22.2	82	77.6	12.0	65.6
			5	18.3	7.5	41	29.2	8.6	20.6

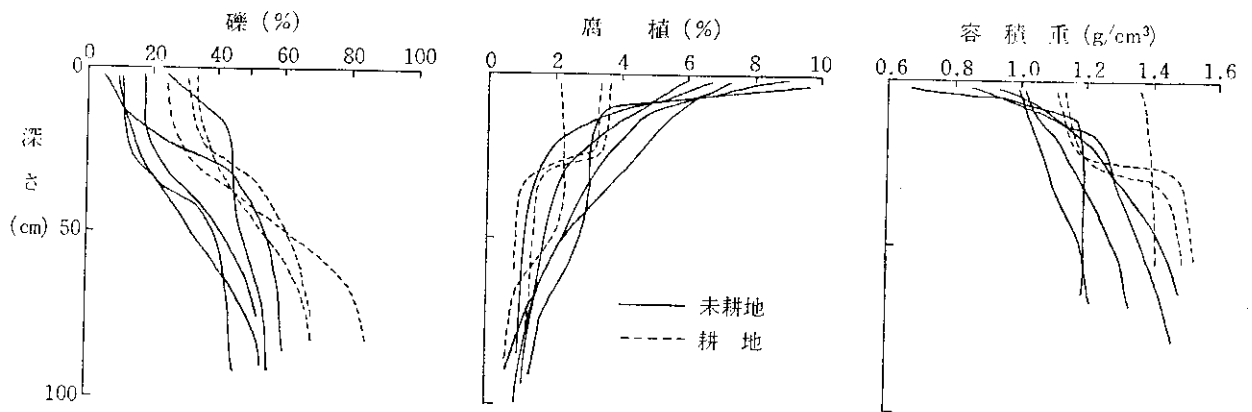


図-2 未耕地, 耕地における礫, 腐植および容積重の断面分布

岩を母材としたものともあまり湿性は強くない。それは、表-2のA1層の厚さや腐植含量がBaと変わらないことにも現われている。Baより細粒質で堅密であった。泥岩を母材としたPgは下層ほど礫は多くなるが、Baに比べて少なく、粘土含量も多くなっていた。湿性な環境化で礫の風化が進んだことを示している。

図-2は耕地化に伴う礫、腐植、容積重の断面分布の変化を示したものである。Ap層のこれらの値は、未耕地のA1層下部からB層上部に相当する部位の値とほぼ等しいことがわかる。これは、造成時の抜排根作業で主要な林床植生であるササの地下茎を中心としたルートマットとともに、それに保持されたA1層の土壌のかかなりの部分が排根線に運搬集積されたこと(表土移動)を示すものである<sup>1)</sup>。容積重と層厚から推定した表土移動量は、A1層の6~7割に相当した。このため、Ap層はA1層より堅密で礫が多く、腐植に乏しいものとなっている。ただし、A1層に比べAp層の厚さや上述の諸性状は均一化している(表-2)。抜排根作業は、土層の不均一化をもたらすものであり<sup>1)</sup>、この均一化は耕耘作業によってもたらされたものである。造成時の表土移動により、耕地では泥岩風化帯の位置が浅くなる傾向にある。

図-2に見られるような断面分布のバラツキと、標高や傾斜との間には一定の傾向は見出せなかった。

耕地化に伴う堅密化は、粗孔隙、毛管孔隙の減少をもたらしている(表-1)。とくに、A1層に比べAp層の粗孔隙は非常に少ない。深さ0~50cmの生長有効水分量(pF 1.8~3.0)は、未耕地でも25.4mmと多くないが、耕地ではさらに少なく14.3mmであった。

耕地化によるこのような物理性的変化は、浸入度にもつながっている(表-3, 図-3)。k, I<sub>0</sub>とも未耕地に比べ、耕地では非常に小さくなる。傾斜とk, I<sub>0</sub>の間には一定の傾向はないようであった。また、Ba>Pgである。梅田ら<sup>2)</sup>によると、k, I<sub>0</sub>が小さいのは、浸入度が小さいことを示すとともに、その地表が浸入性に関し均一であることを示している。また、彼らは本報告と同じようなササ地では、畑地、草地に比べ浸入度が非常に大きいと述べている。ササはそのルートマットにより、粗孔隙の多い独特の構造をもつA1層を生成している。浸入度の低下も造成過程でこれがかなり排除され、よりち密なAp層が作られたことによるといえよう。

最後に、二三の化学性について検討する。Ap層のCECは、腐植の減少によりA1層より若干減少している。

A1層は強酸性であったが、Ap層でもpHの平均値はわずかに上昇するのみであり、CVも多くなる傾向にある(表-2)。pHの上昇は、炭カル散布によると思われる

表-3 未耕地と耕地の浸入度\*

地目	土壌	地点	傾斜	k	I <sub>0</sub>	
未耕地	Ba	4	4	0.753	250	
		5	6	0.832	990	
		6	14	0.521	1130	
		7	17	0.517	890	
		9	15	0.635	1140	
	Pg	8	6	0.373	620	
	耕地(小豆)	Ba	1	8	0.169	170
(小麦)			3	9	0.199	280
(小豆)			10	18	0.055	117
Pg		(小豆)	2	3	0.063	40
		(小豆)	11	4	0.025	32

\* 浸入度 I (mm/hr) は次式で与えられる<sup>2)</sup>。  
 $I = ki + (1-k)I_0$ , k: 定数, i: 降雨強度 (mm/hr),  
 I<sub>0</sub>: 初期浸入度 (mm/hr)。

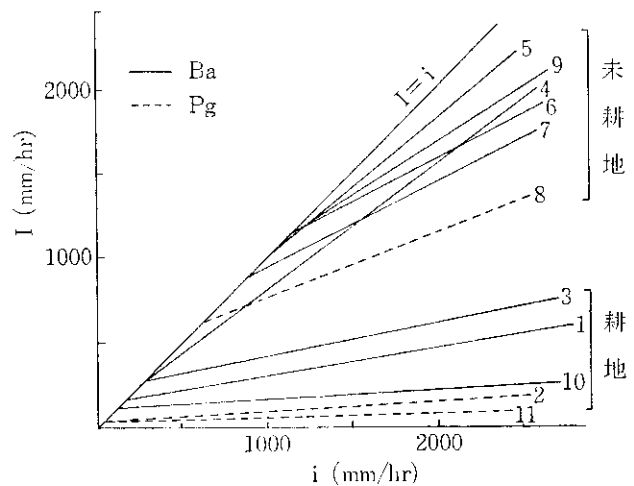


図-3 未耕地耕地の浸入度

交換性Caの増加(表-1)で説明される。しかし、酸性矯正の効果はほとんどみられない。可給態リン酸(表-2)は、Ap層で大幅に増加しているが、CVも多くなる傾向にある。pHと可給態リン酸のバラツキの相異は、前者が水素イオン濃度の対数表示であるのに対し、後者は濃度表示であることによる。また、腐植に比べ可給態リン酸のバラツキが大きいのは、散布や混和など管理作業精度の影響を受けやすいからである。

### 3. 結 び

以上、耕地化に伴う土壌の変化は、造成時の表土移動の影響が大きいことを述べた。また、pHや可給態リン

酸のような化学性は、耕地化後の管理作業の影響を受けやすいといえる。これらのことは、造成地の立地条件、造成法、栽培管理によって変化の程度が大きく異なることも示している。

農用地造成は、一種の自然改造である。今後主流になろうとしている改良山成工による普通畑の造成は、ここで検討した山成工による造成よりも、その規模ははるかに大きいものである。耕地化に伴う土壌の変化についての情報は、合理的な造成法や栽培管理法の確立はもとより、耕地化による環境変化や環境保全を考える際の基礎

である。今後さらにこの種の情報収集を心がける必要がある。

#### 参 考 文 献

- 1) 齊藤万之助・吉田 亨・赤沢 伝・沖田良隆・宍戸信貞 (1976): 農用地造成に伴う土壌の理化学性の変化 (第1報), 土木試験所報告, 65, 1-68.
- 2) 梅田安治・長沢徹明・水谷 環 (1985): ササ地の草地化と降雨の侵入, 北大牧場研報, 12, 15-32.

\*

\*

\*