

## 下水汚泥の土壌還元(II)

汚泥コンポストがシャリンバイおよびトベラの  
生育ならびに養分吸収に及ぼす影響

辻田 昭夫\*・一井 真\*

### Effect of Application of Sewage Sludge (II)

Influence of sewage sludge compost on the growth and  
nutrient absorption by Sharinbai (*Raphiolepis umbellata*  
MAKINO) and Tobera (*Pittosporum Tobira* AIT.) seedlings

Akio TSUJITA and Makoto ICHII

**Summary:** In the former report, the authors reported on the results of using sewage sludge to fertilize the seedlings of Sugi (*Cryptomeria japonica* D.DON) and some other species. This report deals with the effect of sewage sludge compost as fertilizer, studied by a fertilizing test with a/2000 pots of Sharinbai (*Raphiolepis umbellata* MAKINO) and Tobera (*Pittosporum Tobira* AIT.). The fertilizing effect on the soils which were used for the last year in the fertilizing test of sewage sludge on Sugi seedlings (see the former report) was also examined in the same way.

The results obtained were as follows:

1. The effect of sewage sludge compost was evident in both species by adding 500~1000g per pot, but 500g/pot seemed sufficient. Growth of seedlings in those pots was better than the pots which were manured by 3g chemical fertilizer per pot.
2. The effect of the soil which was mixed with sewage sludge 3 : 1 or 2 : 1 in volume, was superior than that of the plot fertilized by chemical fertilizer 3g per pot with Sharinbai.

About Tobera, however, the soils which were mixed with so many sewage sludge as 1 : 1 in volume did not show any effect.

3. Absorption of N by seedlings was fairly increased by manuring with sewage sludge compost, but that of P and K was not so increased. Growth of seedlings did not seem to have any relation to the ratio of each nutrient.

---

\* 造林学研究室 Laboratory of silviculture

**要 旨** 前報では、生汚泥（脱水ケーキ）の施用が、スギなど4樹種に対する活着や生育に及ぼす影響についてしらべ、その結果を報告した。今回は、下水汚泥を2次処理した、汚泥コンポストを用いて、緑化木のシャリンバイおよびトベラに対する施用効果をみるためポット試験を実施した。また、生汚泥混合土のスギ1作跡地土壌の肥効についても検討を加えたので、それらの結果を報告する。要約するとつぎのとおりである。

1) 両樹種に対する汚泥コンポストの肥効は顕著にあらわれ、その場合の施用量は1ポット当たり現物で500g～1000gとみられるが、500g程度で十分の効果をあげ得る。そして、その程度は化学肥料の3g施肥以上の生産量を示した。

2) 生汚泥混合土のスギ1作跡地土壌のシャリンバイに対する肥効はマサ土との容積混合比3:1、2:1において、化学肥料3g施肥よりも勝る肥効を示すが、トベラに対しては、1:1という過剰施用は、1年経過後においてもなおその効果は期待できない。

3) 汚泥施用による養分吸収の増大は、Nで大きく、P・Kでは比較的小さい。またそれらの各養分比と生長量との間には、一定の傾向はみられない。

## はじめに

下水汚泥の育苗への活用に関して、第1報では、脱水ケーキが苗木の生育や養分吸収に及ぼす影響について、スギ・ヒノキ・トウカエテ・サザンカの4樹種を用いて圃場枠試験を実施した。その結果、苗木の活着や肥効のあらわれ方は、樹種によってかなりちがうことを知った。また、脱水ケーキは、その形状や悪臭などから汚物感が強く、その取扱いにも支障をきたす面が多くあった。

本報では、下水汚泥を高速醗酵させて得た汚泥コンポストを用い、緑化木のシャリンバイならびにトベラに対する施用効果と、その適正施用量を検討するとともに、第1報で実施した圃場枠試験の跡地土壌を使用して、下水汚泥ケーキの残効性についても検討した結果を報告する。

## 材料および試験方法

供試材料の汚泥コンポストは、パルド型醗酵槽を用い、初回オガクズ添加、以降は製品コンポストで還流醗酵させてつくったもので、その成分組成は表-1（備考）で示した。

供試土壌は、第1報の場合と同様、マサ土（花こう岩風化土壌）を用い、試験区は、表-1に示すとおり、汚泥

表-1 試験区設計  
Tab.1 Amount of fertilizer and nutriment contained (g/pot)

試験区	記号	施用要素量 g/pot			施用量 g/pot			備考	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P	K		
cont.	A	—	—	—	—	—	—		
化学肥料区	1 g	B	1.0	1.0	1.0	4.8	5.8	2.0	N：硫酸
	2 g	C	2.0	2.0	2.0	9.6	11.6	4.0	P：過リン酸石灰
	3 g	D	3.0	3.0	3.0	14.4	17.4	6.0	K：硫酸カリ
汚泥トコンポ	500 g	E	8.9	9.5	1.2	500			T-N：3.65%
	1000 g	F	17.8	19.5	2.4	1000			T-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ：3.89%
	1500 g	G	26.7	28.5	3.6	1500			T-K <sub>2</sub> O：0.49%
汚泥区	3：1	H	約24.3	—	—	混合土壌・17.5kg			1) スギ1作跡地土壌 2) マサ土：脱水ケーキ (容積混合比)
	2：1	I	約32.0	—	—	混合土壌・16.5kg			
	1：1	J	約47.3	—	—	混合土壌・15.0kg			

コンポスト区、化学肥料区および第1報の試験地土壌のうち、スギ1作跡地土壌を用いた汚泥区、これに対照区(無施用)を加えた4試験区を設けた。

各処理別施用量は、表のとおり1/2000 aポット当たり、汚泥コンポスト区は、現物重量(含水率51.2%)で500g, 1000g, 1500gの3処理とし、これらを土壌とよく混和して充填する全層施用とした。化学肥料区は、施肥要素量でN, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>Oをそれぞれ1g, 2g, 3gとした3処理で、施肥は苗木の活着を十分見込んで、6月11日と8月8日の2回に分けて所定量の半量ずつを施用した。汚泥区は、第1報のマサ土:脱水ケーキの容積混合比で示された3:1, 2:1, 1:1の跡地土壌を1ポット当たり、それぞれ

17.5kg, 16.5kg, 15.0kgあて詰めて3処理区を設けた。試験区はこれら3処理を3反復として実施した。なお、試験開始時の各区各処理土壌のpH, N含有率ならびにC含有率を表-2で示した。

供試樹種は、緑化用樹木として需要度の高いシャリンバイ(平均苗長9.0cm)とトベラ(平均苗長5.8cm)の各1年生小苗を使用した。各苗木は植付け前に苗長, 苗重, 根元径を測定したのち、両樹種とも1ポット当たり3本ずつ1980年3月27日に植付け、生長経過をみるため15日ごとに、全供試苗について苗長を測定した。掘取りは両樹種とも11月18日におこない、苗木の各形質因子を測定し、熱風乾燥後、養分分析に供した。なお、分析方法は、Nはケルダール法、Pは光電比色計、Kは炎光光度計、CaおよびMgはEDTA法<sup>1)</sup>によった。

## 試験結果ならびに考察

### 1. 苗長生長経過

シャリンバイ、トベラとも全供試苗木について、苗長を定期的に測定した結果から、処理別に3ポット、9本の平均値をもって苗長生長曲線を描くと図-1のようになる。

苗長生長に対する各処理の影響は、シャリンバイにおいては、汚泥コンポスト区、汚泥区、化学肥料区の3区とも、対照区にくらべ著しい生長を示した。その効果のあらわれる時期は、汚泥コンポスト区と汚泥区では、およそ植付け後50日を経過した、5月中旬頃からとみなされ、その後10月頃まで旺盛な生長をつづけた。化学肥料区は、第1回目の施肥が、苗木の十分活着したと思われた6月11日であったため、施肥による肥効があらわれはじめたのは7月初旬頃であった。これらの伸長生長量を処理別にみると、汚泥コンポスト区の500g区、1000g区と汚泥区の3:1区、2:1区が他の処理区にくらべ良好な生長を示している。また、この3:1区や2:1区の生長経過からして、汚泥ケーキの施用量が著しく過多でなければ、伸長生長に対する残効性は十分認められそうである。化学肥料区では、3g区が2g区より劣っているが、反面、枝葉量が大きいので(表3)、後述のように苗重では施肥量との関連は明らかにあらわれてくる。

トベラの生長経過も、汚泥コンポスト区ではシャリンバイと同様の傾向を示す。他方、汚泥区の伸長生長に対する効果は、シャリンバイほど大きくあらわれない。特に1:1区の生長は、8月頃まで微増し、その後10月頃まで生長は停止して、生育後期になってから伸長をはじめた。したがって、最終的には、苗長で対照区の2倍を示すものの、その値は13cm程度でかなり小さい。これらの原因としては、供試苗木が約6cmの小苗で、根も直根1本という不良苗であったことに加えて、植付け時の土壌pHが4.4という比較的強い酸性を示していること。また、土壌の透水性など、その理化学性が、1:1区で特に不良であったこと<sup>2)</sup>などの諸条件が、トベラに対しては比較的大きく影

表-2 土壌の化学性  
Tab.2 Properties of applied soil

試験区	pH (H <sub>2</sub> O)		C (%)	N (%)	C/N	
	分析月日	4月	11月 <sup>*</sup>	4月	4月	4月
cont.	7.0	6.5	0.108	0.002	60.0	
化学肥料区	1g	7.0	5.5	0.108	0.002	60.0
	2g	7.0	5.5	0.108	0.002	60.0
	3g	7.0	4.9	0.108	0.002	60.0
汚泥コンポスト区	500g	5.9	4.7	0.894	0.136	6.6
	1000g	5.9	4.5	1.519	0.212	7.2
	1500g	5.9	4.9	1.631	0.355	4.6
汚泥区	3:1	4.8	4.5	1.070	0.139	7.7
	2:1	4.7	4.3	1.382	0.194	7.1
	1:1	4.4	4.2	2.213	0.315	7.0

(<sup>\*</sup>11月は掘取時のpH値)

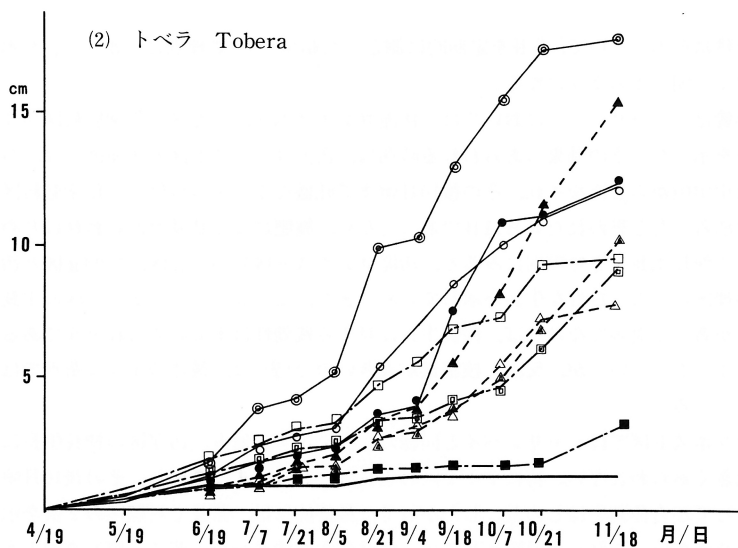
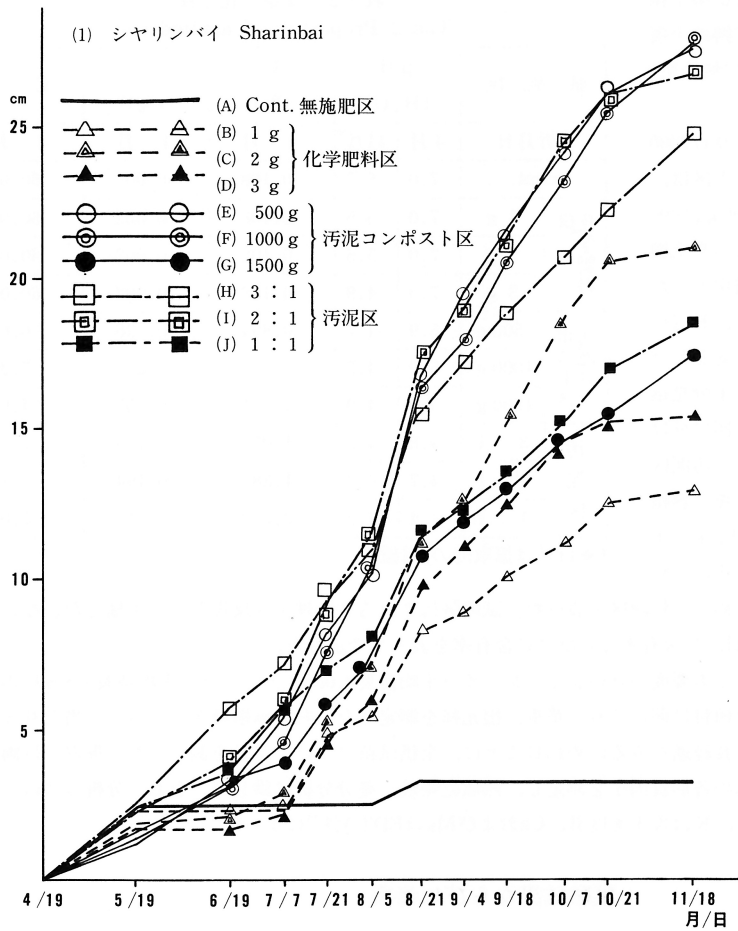


図-1 苗長生長曲線  
Fig.1 Height growth of seedlings

響したものと考えられる。この汚泥1:1区を除けば大略、両樹種の伸長生長に対する、汚泥コンポスト区と汚泥区の効果は、化学肥料区に勝るか、あるいは同程度の大きさを示すものといえよう。

## 2. 生長量について

両樹種の掘取り苗木について、各形質因子を測定した結果を、3ポット、9本の平均値で示すと表-3のとおりである。両樹種とも対照区の諸量がきわめて小さい。これは、用土としてもともと無肥料に近い、新鮮なマサ土(表-2)を使用したので当然のことといえよう。したがって、供試材料別の肥料効果の程度をみるには、化学肥料区を基にすることとし、また供試苗木が常緑性の広葉樹で、枝葉量の占める割合が大きいことから、苗重でもって生長量の比較、検討をおこなうこととする。

シャリンバイの化学肥料区の苗重は、地上部、地下部とも施用量が多くなるほど大きくなり、3g施肥区は2g施肥区より約2割の増加を示すことから、化学肥料の適正施用量は1ポット当たり3g以上と推察される。汚泥コンポスト区は、

最も良好な生育を示した。これを地上部重で見ると、施用量に応じて増加するが、地下部ではこれとは反対の傾向を示し、そのためT/R率の値は1500g区で大きくなっていく。全重はこの地下部重の影響で、1500g区で明らかに劣るが、500g区と1000g区との間には有意な差は認められない。これからして、汚泥コンポストの1ポット当たりの施用限界量は1000g程度と思われる。また、この結果からすると500g施用で十分な肥効が期待され、化学肥料の3g施肥よりも明らかに大きい苗木が得られる。一方、汚泥区は処理間に差は認められないが、その肥効は化学肥料3gとほぼ同等の効果とみなされる。つぎに、苗木の形質をT/R率からみると、化学肥料区が0.9~1.5であるのに対し、汚泥コンポスト区：1.7~2.6、汚泥区：1.6~1.7と、汚泥質材料区は化学肥料区にくらべ、やや大きい値をとるが、外形的にも均整のとれた良苗が得られた。

トベラについてみると、化学肥料区の苗重は、施肥量の多少と関係し、シャリンバイと同様な傾向がみられ、3gまで施肥量を増すにしたがい苗重も増加する。したがって、トベラについても適正施肥量は3gを越えるようである。また汚泥コンポストの施用効果は、トベラに対しても顕著にあらわれるが、1500g区が1000g区より小さくなることから、施用限界量は1ポット当たり1000gから1500gの間にあるものと考えられる。一方、汚泥区の

表-3 掘取苗木測定結果  
Tab.3 Growth of seedlings

(1) シャリンバイ Sharinbai

試験区	苗長 (cm)	根元径 (mm)	葉重 (g)	幹枝重 (g)	地上部重 (g)	根重 (g)	T/R	
cont.	17.0	5.9	5.8	2.7	8.5	17.9	0.5	
化学肥料	1g	24.9	6.8	19.4	8.2	27.6	31.2	0.9
	2g	35.0	8.1	30.4	13.0	43.4	32.0	1.4
	3g	29.9	8.2	39.8	14.2	54.0	36.3	1.5
汚泥コンポスト区	500g	42.5	8.7	44.9	21.6	66.5	39.0	1.7
	1000g	41.8	8.1	46.7	21.6	68.3	38.9	1.8
	1500g	31.2	8.1	52.8	18.4	71.2	27.1	2.6
汚泥区	3:1	35.1	8.3	38.1	16.5	54.6	33.7	1.6
	2:1	39.7	8.0	38.7	18.8	57.5	33.7	1.7
	1:1	30.8	7.9	39.8	14.9	54.7	32.5	1.7

(2) トベラ Tobera

試験区	苗長 (cm)	根元径 (mm)	葉重 (g)	幹枝重 (g)	地上部重 (g)	根重 (g)	T/R	
cont.	10.5	3.6	1.6	0.9	2.5	3.4	0.7	
化学肥料	1g	18.2	5.5	12.3	3.9	16.2	14.0	1.2
	2g	17.9	6.6	14.6	7.1	14.7	21.0	0.7
	3g	25.2	6.6	25.4	9.9	35.3	18.0	2.0
汚泥コンポスト区	500g	22.4	7.7	25.3	10.7	36.0	23.1	1.6
	1000g	26.7	8.7	29.7	13.0	42.7	32.6	1.3
	1500g	22.0	7.1	25.4	11.9	37.3	17.3	2.2
汚泥区	3:1	20.5	7.6	20.3	10.3	30.6	22.3	1.4
	2:1	18.2	6.7	13.4	5.5	18.9	13.7	1.4
	1:1	13.0	4.7	4.1	5.3	9.4	5.7	1.6

表-4 部位別成分含有率  
Tab. 4 Composition in the seedlings (%dry subst.)

(1) シャリンバイ Sharinbai

部位	試験区	N (%)		P (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)		Ash (%)		SiO <sub>2</sub> (%)		
地上部	cont.	0.56	100	0.13	100	0.66	100	1.61	100	0.31	100	5.32	100	0.22	100	
	化学肥料	1 g	1.02	182	0.24	185	0.86	130	1.74	108	0.35	113	7.27	137	0.12	55
		2 g	1.42	254	0.30	231	0.99	150	1.50	93	0.30	97	7.11	134	0.16	73
		3 g	1.45	259	0.30	231	0.89	135	1.46	91	0.29	94	6.99	131	0.17	77
	汚ボス コト区	500 g	1.47	263	0.10	77	0.42	64	1.63	101	0.39	126	6.15	116	0.12	55
		1000 g	1.71	305	0.10	77	0.51	77	1.57	98	0.41	132	6.12	115	0.15	68
		1500 g	1.91	341	0.13	100	0.60	91	1.36	84	0.57	184	6.34	119	0.16	73
	汚泥区	3 : 1	1.52	271	0.12	92	0.55	83	1.58	98	0.35	113	6.28	118	0.19	86
		2 : 1	1.63	291	0.13	100	0.64	97	1.47	91	0.33	106	6.15	116	0.19	86
		1 : 1	1.58	282	0.12	92	0.66	100	1.28	80	0.29	94	5.76	108	0.20	91
地下部	cont.	0.41	100	0.11	100	0.46	100	0.78	100	0.22	100	10.19	100	4.75	100	
	化学肥料	1 g	0.59	144	0.20	182	0.49	107	0.75	96	0.27	122	13.51	133	7.56	159
		2 g	0.78	190	0.20	182	0.52	113	0.79	101	0.25	114	9.97	98	4.47	94
		3 g	0.78	190	0.20	182	0.61	133	0.90	115	0.21	95	8.42	83	2.65	56
	汚ボス コト区	500 g	1.08	263	0.11	100	0.29	63	0.90	115	0.31	141	6.82	67	0.47	10
		1000 g	1.13	276	0.13	118	0.32	70	0.68	87	0.32	145	6.88	68	2.33	49
		1500 g	1.57	383	0.20	182	0.32	70	0.56	72	0.35	159	7.17	70	2.25	47
	汚泥区	3 : 1	1.02	249	0.14	127	0.33	72	0.65	83	0.21	95	6.71	66	2.52	53
		2 : 1	1.14	278	0.20	182	0.31	67	0.73	94	0.20	91	8.44	83	3.77	79
		1 : 1	1.44	351	0.20	182	0.35	76	0.60	77	0.18	82	8.44	83	3.68	77

(2) トベラ Tobera

部位	試験区	N (%)		P (%)		K (%)		Ca (%)		Mg (%)		Ash (%)		SiO <sub>2</sub> (%)		
地上部	cont.	0.77	100	0.27	100	1.18	100	1.66	100	0.26	100	12.90	100	3.90	100	
	化学肥料	1 g	1.13	147	0.37	137	1.34	114	1.92	116	0.18	69	9.26	71	0.27	7
		2 g	1.44	187	0.31	115	1.36	115	1.63	98	0.16	62	8.90	69	0.27	7
		3 g	1.41	183	0.29	107	1.51	128	1.31	78	0.12	46	8.15	63	0.27	7
	汚ボス コト区	500 g	2.06	268	0.24	89	0.60	51	1.12	67	0.26	100	8.64	67	0.27	7
		1000 g	2.64	343	0.19	70	0.57	48	1.86	112	0.35	135	7.83	60	0.23	6
		1500 g	2.32	301	0.22	81	0.63	53	1.52	92	0.25	96	7.40	57	0.26	7
	汚泥区	3 : 1	2.31	300	0.25	93	0.69	58	1.41	85	0.15	58	7.27	56	0.36	9
		2 : 1	2.14	278	0.36	133	0.89	75	1.61	97	0.18	69	8.20	63	0.31	8
		1 : 1	2.43	316	0.43	159	0.82	69	1.60	96	0.21	81	8.55	66	0.52	13
地下部	化学肥料	1 g	0.90	117	0.22	81	0.99	84	0.85	51	0.29	116	23.06	177	14.01	359
		2 g	1.28	166	0.30	111	1.08	92	1.16	70	0.26	100	16.49	127	3.59	92
		3 g	1.29	168	0.26	96	1.19	101	1.34	81	0.17	65	18.50	142	7.62	195
	汚ボス コト区	500 g	1.94	252	0.22	81	0.57	48	0.88	53	0.28	108	14.56	112	6.59	168
		1000 g	2.07	269	0.20	74	0.55	47	0.88	53	0.28	108	12.25	94	5.06	130
		1500 g	2.18	283	0.25	93	0.60	51	0.68	41	0.27	104	12.67	98	5.28	135
	汚泥区	3 : 1	1.86	242	0.23	85	0.74	63	0.73	44	0.21	81	11.24	87	4.77	122
		2 : 1	2.05	266	0.26	96	0.82	69	0.80	48	0.20	77	10.31	79	3.57	92
		1 : 1	2.35	305	0.31	115	0.93	79	0.39	23	0.13	50	12.10	93	5.73	147

苗重に対する効果のあらわれ方は3:1区>2:1区>1:1区で、汚泥含量の増加にともない地上部重、地下部重ともに著しく減少し、1:1区は3:1区の1/3~1/4に低下する。この汚泥区の苗重を化学肥料区とくらべてみると、3:1区は3g区に、2:1区はおよそ1.5g施肥に相当し、これら汚泥2区はトベラに対しても、その残効性が認められる。しかし、1:1区では苗重が約15gで、対照区に比べ2倍以上の値を示しているものの、化学肥料1g施肥の1/2程度で、1生育期でみる限り十分な肥効があったとはいえない。このことは、さきも述べたとおり苗木の良否にもよるが、トベラはシャリンバイにくらべ汚泥の影響をうけやすい樹種であるとも思われる。また、下水汚泥ケーキの多施用は施用後1年を経過しても、その分解がなお十分でないことを示しており、適正施用量に近いほど残効性も大きくあらわれることを示唆しているといえそうである。この下水汚泥の土壌中における分解に

表-5 養分含有量(g/pot)

Tab.5 Weight of dry matter and nutrients in each part of the seedlings (g/pot)

(1) シャリンバイ Sharinbai

試験区	部位	乾物重 (g)	N (g)	P (g)	K (g)	Ca (g)	Mg (g)							
cont.	T	11.78	46	0.07	54	0.02	50	0.08	57	0.19	79	0.04	57	
	R	13.81	54	0.06	46	0.02	50	0.06	43	0.05	21	0.03	43	
	計	25.59	100	0.13	100	0.04	100	0.14	100	0.24	100	0.07	100	
化学肥料区	1g	T	32.76	62	0.34	74	0.08	67	0.28	74	0.53	78	0.12	67
		R	20.43	38	0.12	26	0.04	33	0.10	26	0.15	22	0.06	33
		計	53.19	100	0.46	100	0.12	100	0.38	100	0.68	100	0.18	100
	2g	T	49.79	65	0.71	77	0.12	71	0.50	78	0.75	77	0.15	68
		R	27.32	35	0.21	23	0.05	29	0.14	22	0.22	23	0.07	32
		計	77.11	100	0.92	100	0.17	100	0.64	100	0.97	100	0.22	100
	3g	T	61.33	66	0.88	78	0.12	71	0.54	74	0.89	75	0.18	72
		R	31.68	34	0.25	22	0.05	29	0.19	26	0.29	25	0.07	28
		計	93.01	100	1.13	100	0.17	100	0.73	100	1.18	100	0.25	100
汚泥コンポスト区	500g	T	79.88	71	1.17	77	0.07	64	0.34	79	1.30	82	0.31	74
		R	32.55	29	0.35	23	0.04	36	0.09	21	0.29	18	0.11	26
		計	112.43	100	1.52	100	0.11	100	0.43	100	1.59	100	0.42	100
	1000g	T	81.22	70	1.39	78	0.08	62	0.41	79	1.27	84	0.33	75
		R	34.60	30	0.39	22	0.05	38	0.11	21	0.24	16	0.11	25
		計	115.82	100	1.78	100	0.13	100	0.52	100	1.51	100	0.44	100
	1500g	T	78.14	79	1.49	82	0.10	71	0.47	87	1.06	90	0.44	86
		R	20.67	21	0.33	18	0.04	29	0.07	13	0.12	10	0.07	14
		計	98.81	100	1.82	100	0.14	100	0.54	100	1.18	100	0.51	100
汚泥区	3:1	T	65.07	68	0.99	76	0.08	67	0.36	78	1.03	84	0.23	77
		R	31.16	32	0.32	24	0.04	33	0.10	22	0.20	16	0.07	23
		計	96.23	100	1.31	100	0.12	100	0.46	100	1.23	100	0.30	100
	2:1	T	68.36	71	1.11	77	0.09	64	0.44	83	1.00	83	0.22	79
		R	28.60	29	0.33	23	0.05	36	0.09	17	0.21	17	0.06	21
		計	96.96	100	1.44	100	0.14	100	0.53	100	1.21	100	0.28	100
	1:1	T	59.58	71	0.94	72	0.07	58	0.39	83	0.76	84	0.18	78
		R	24.04	29	0.35	27	0.05	42	0.08	17	0.15	16	0.05	22
		計	83.62	100	1.29	100	0.12	100	0.47	100	0.91	100	0.23	100

## (2) トベラ Tobera

処	理	部位	乾物重 (g)		N (g)		P (g)		K (g)		Ca (g)		Mg (g)	
cont.		T	-		-		-		-		-		-	
		R	-		-		-		-		-		-	
		計	5.45		0.04		0.02		0.06		0.09		0.01	
化学肥料区	1 g	T	16.96	65	0.19	70	0.06	75	0.23	72	0.33	80	0.03	50
		R	9.10	35	0.08	30	0.02	25	0.09	28	0.08	20	0.03	50
		計	26.06	100	0.27	100	0.08	100	0.32	100	0.41	100	0.06	100
	2 g	T	20.86	67	0.30	70	0.06	67	0.28	72	0.34	74	0.03	50
		R	10.26	33	0.13	30	0.03	33	0.11	28	0.12	26	0.03	50
		計	31.12	100	0.43	100	0.09	100	0.39	100	0.46	100	0.06	100
	3 g	T	34.61	73	0.48	75	0.10	77	0.52	78	0.45	73	0.04	67
		R	12.52	27	0.16	25	0.03	23	0.15	22	0.17	27	0.02	33
		計	47.13	100	0.64	100	0.13	100	0.67	100	0.62	100	0.06	100
汚泥コンポスト区	500 g	T	36.87	71	0.76	72	0.09	75	0.22	71	0.78	86	0.09	69
		R	15.08	29	0.29	28	0.03	25	0.09	29	0.13	14	0.04	31
		計	51.95	100	1.05	100	0.12	100	0.31	100	0.91	100	0.13	100
	1000 g	T	47.29	70	1.24	75	0.09	69	0.21	71	0.88	83	0.14	70
		R	20.54	30	0.42	25	0.04	31	0.11	29	0.18	17	0.06	30
		計	67.83	100	1.66	100	0.13	100	0.38	100	1.06	100	0.20	100
	1500 g	T	34.83	77	0.80	78	0.08	73	0.22	79	0.53	88	0.08	73
		R	10.62	23	0.23	22	0.03	27	0.06	21	0.07	12	0.03	27
		計	45.45	100	1.03	100	0.11	100	0.28	100	0.60	100	0.11	100
汚泥区	3 : 1	T	31.40	70	0.73	74	0.08	73	0.22	69	0.44	81	0.05	63
		R	13.74	30	0.26	26	0.03	27	0.10	31	0.10	19	0.03	37
		計	45.14	100	0.99	100	0.10	100	0.32	100	0.54	100	0.08	100
	2 : 1	T	18.76	69	0.40	70	0.07	78	0.17	71	0.30	81	0.03	60
		R	8.29	31	0.17	30	0.02	22	0.07	29	0.07	19	0.03	40
		計	27.05	100	0.57	100	0.09	100	0.24	100	0.37	100	0.05	100
	1 : 1	T	7.72	65	0.19	50	0.03	50	0.06	43	0.12	85	0.02	100
		R	4.07	35	0.19	50	0.03	50	0.08	57	0.02	15	0.00	0
		計	11.79	100	0.38	100	0.03	100	0.14	100	0.14	100	0.02	100

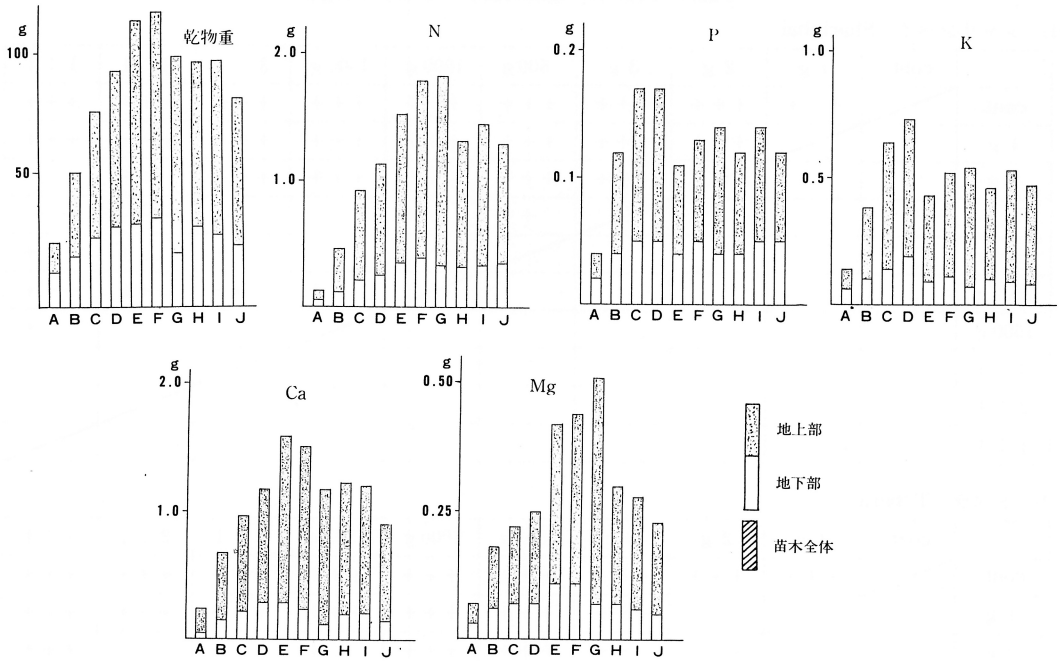
ついて高橋<sup>3)</sup>は、汚泥の有機成分組成からみて、水溶性成分が少なく、リグニン含量が多いことなどから、稲わら堆肥に比べると分解はやや遅れるが、C/N比からみると必ずしも遅くならないとしている。しかし、本実験に供試した1作後の汚泥混和土壌のC/N比は7~8でかなり小さいが、pHは4.4~4.8を示すことから、なお未分解の部分を多量に含んでいるものと推察される。このように脱水ケーキの過剰投与は、それだけ分解に長時間を要し、これが理化学性ともあいまって、苗木の生育に大きく影響していることは確かであろう。

### 3. 養分含有率について

供試材料や施用量と、苗木の養分吸収との関係を見るため、掘取った苗木について、地上部、地下部に分けて分析をおこない、各種養分含有率をしらべた。(トベラの対照区は試料が少なかつたため、苗木体全量で分析をおこ



(1) シャリンバイ Sharinbai



(2) トベラ Tobera

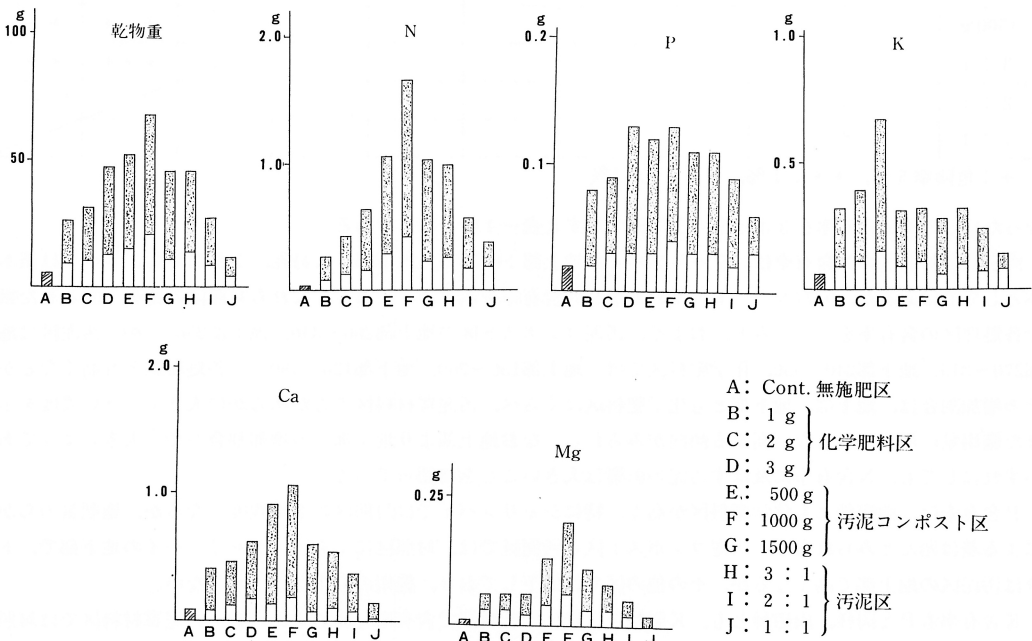


図-2 養分含有量

Fig. 2 Dry weight and distribution of nutrients in each part of the seedlings (g per pot)

表-6 乾物重のt検定結果  
Tab.6 Test of significance of dry weight

(1) シャリンバイ Sharinbai

	cont.	1 g	2 g	3 g	500 g	1000 g	1500 g	3 : 1	2 : 1	1 : 1
cont.		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1 g			+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
2 g				+++	+++	+++	+++	+++	++	—
3 g					++	++	—	—	—	—
500 g							—	+	+	+++
1000 g							+	++	++	+++
1500 g								—	—	+
3 : 1								—	—	—
2 : 1										+
1 : 1										

(2) トベラ Tobera

	cont.	1 g	2 g	3 g	500 g	1000 g	1500 g	3 : 1	2 : 1	1 : 1
cont.		+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1 g			—	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
2 g				++	+++	+++	+	+	—	+++
3 g					—	+++	—	—	+++	+++
500 g						++	—	—	+++	+++
1000 g							+++	+++	+++	+++
1500 g								—	+++	+++
3 : 1									+++	+++
2 : 1										+
1 : 1										

+ : 危険率 5%, ++ : 1%, +++ : 0.1%

なった)。この養分含有率を3ポットの平均値で示すと表-4のとおりである。

両樹種の対照区のN含有率は、シャリンバイの地上部：0.56%、地下部：0.41%、これに対し、トベラは苗木全体としてはあるが、0.77%で、トベラの方が高い含有率を示すようである。これら対照区の値を100とした指数で各処理区の含有率をくらべると、およそ、汚泥コンポスト区の地上部260~340、地下部250~380、汚泥区は地上部270~315、地下部240~350、化学肥料区では、地上部150~260、地下部120~190で、各処理区とも高くなるが、その増加割合は、地上部、地下部とも化学肥料区にくらべ、汚泥質材料区の方が明らかに大きく、高い濃度を示す。また施用量の増加にともない高まる傾向がみられる。なお地上部より地下部での増加割合がや、大きいようである。いずれにしても、N含有率に及ぼす汚泥の影響は大きいことを物語っている。

P含有率は、両樹種とも化学肥料区が高く、特にシャリンバイでは対照区の2倍程度になるが、施肥量のちがいでよる差は殆んどみられない。汚泥コンポスト区と汚泥区では、対照区にくらべ、シャリンバイの地下部で、トベラは汚泥区の地上部で高くなるが、その他の区では低下しており、施用の効果は認められない。

K含有率もPと同様、両樹種とも、K肥料を含む化学肥料区で含有率を高めるだけで、汚泥質材料区では対照区の50~70%で、かなり低くあらわれた。このK吸収については、汚泥コンポスト区では、汚泥中のK含有率が低く、その施用要素量は1ポット当たりK<sub>2</sub>Oで1.2g~3.6gであったことや、汚泥コンポストの肥効のあらわれ方が遅いことによるのかも知れない。しかし、シャリンバイ、トベラとも対照区より低濃度を示すことは、生長量の大きさによるもので、後述の含有量からみてもわかるように、汚泥のK吸収に及ぼす程度がそれほど顕著でないことを示

しているにすぎないと思われる。

#### 4. 乾物重量と養分吸収量

苗木の乾物重と養分含有量を地上部、地下部にわけて、1ポット当たりの平均値で示すと表-5、図-2のとおりである。また乾物重について、各処理間の有意差を検定した結果を表-6に示した。これより、両樹種の乾物重と処理との関係を見ると、i) 対照区は他のすべての施用区との間に有意差が認められ、その値は小さい。ii) 汚泥コンポスト区の500g区と1000g区は、化学肥料区ならびに汚泥区のすべての区より明らかに大きく、良好な生育を示す。iii) 化学肥料区内では、3g区>2g区>1g区で施用量に応じて増大する。iv) 汚泥コンポスト区内では、シャリンバイ：500g区=1000g区>1500g区、トベラ：500g区<1000g区>1500g区で有意差が認められる。v) 汚泥区内では、1：1区の乾物重が最も小さく、生長が著しく劣る。以上の結果は生長量の結果と全く一致している。

ついで、養分吸収量についてみると、両樹種とも養分含有量は、およそ $N > Ca > K > P > Mg$ で、特にNとCaが多く、Pは少ない。また各要素とも地下部に比べ地上部の占める割合がかなり大きい。3施用区では、汚泥区の1：1を除いて、施用量の増加により漸増の傾向がみられる。処理別の各養分含有量は、両樹種とも多少の変化はあるが、乾物重量の結果と同様な傾向を示している。

表-7 苗木体の養分含有量比

Tab.7 Nutrition balance in the whole seedlings

		(1) シャリンバイ					(2) トベラ				
		N/P	N/K	K/P	N/Ca	Ca/Mg	N/P	N/K	K/P	N/Ca	Ca/Mg
cont.		3.3	0.9	3.5	0.5	3.4	2.0	0.7	3.0	0.4	9.0
化学肥料区	1g	3.8	3.8	3.2	0.7	3.8	3.4	0.8	4.0	0.7	6.8
	2g	5.4	1.5	3.8	0.9	4.4	4.8	1.1	4.3	0.9	7.7
	3g	6.6	1.5	4.3	1.0	4.7	4.9	1.0	5.2	1.0	10.3
汚泥コンポスト区	500g	13.8	3.5	3.9	1.0	3.8	8.8	3.4	2.6	1.2	7.0
	100g	13.7	3.4	4.0	1.2	3.4	12.7	4.4	2.9	1.6	5.3
	1500g	13.0	3.4	3.4	1.5	2.3	9.4	3.7	2.5	1.7	5.5
汚泥区	3：1	10.8	2.8	3.8	1.1	4.1	9.9	3.1	3.2	1.8	6.8
	2：1	10.3	2.7	3.8	1.2	4.3	6.3	2.4	2.7	1.5	7.4
	1：1	10.8	2.7	3.9	1.4	4.0	12.7	2.7	4.7	2.7	7.0

#### 5. 養分比と養分吸収率

養分含有量から苗木体内の養分比を算出してみると表-7のようになる。これを化学肥料区を基準としてくらべてみると、両樹種とも、汚泥質区は $N/P$ 、 $N/K$ が著しく増加し、 $K/P$ 、 $Ca/Mg$ は低下する。生長の良否からみると、化学肥料区では $N/K$

のほかは、すべての比で増加する傾向を示すが、汚泥質材料区では一定の傾向はみられない。河田ら<sup>4)</sup>のスギ、ヒノキの葉における養分比は、施肥により $N/P$ 、 $N/K$ が低下する場合が多いことを、また原田<sup>5)</sup>は、立地の制限因子となる養分で変わる性質のものであるとしている。本試験の場合は広葉樹でもあり、同様に扱うことはできないが、一般の肥料試験のような結果とはならなかった。

ついで、養分吸収率を、対照区を基準とした差引き法で推定した結果は表-8のとおりである。各施用要素量が化学肥料区と汚泥コンポスト区の各処理間で、それぞれ対応していないため、ここには参考資料として掲げた。ただKについては、汚泥コンポストのK含有率が低いことから、施用要素量は両区同量となり、その吸収率は施肥した硫酸カリと同程度の値を示した。この吸収率の値は施用量の増加により小さくなるが、トベラでみられるように、過剰施用になるとかえって吸収量を減じるため、その値は一層低下してくるとみなされる。

### ま と め

緑化木のシャリンバイとトベラに対して、下水汚泥コンポストならびに下水汚泥ケーキ混合土での、スギ1作跡地土壌の肥料効果をみるため、化学肥料区を加えて検討した。

その結果、苗木の生育に対する効果は汚泥コンポスト区で最も顕著にあらわれ、その施用限界量は、1ポット当

表-8 養分吸収量と吸収率

Tab. 8 Nutrient uptake and absorption rate of fertilizer

(1) シャリンバイ Sharinbai

(2) トベラ Tobera

		養分含有量(g/pot)			施用成分量(g/pot)		
試験区		N	P	K	N	P	K
cont.		0.13	0.04	0.14	-	-	-
化学肥料	1 g	0.46	0.12	0.38	1.0	1.0	1.0
	2 g	0.92	0.17	0.64	2.0	2.0	2.0
	3 g	1.13	0.17	0.73	3.0	3.0	3.0
汚泥コンポスト区	500 g	1.52	0.11	0.43	8.9	4.1	1.0
	1000 g	1.78	0.13	0.52	17.8	8.2	2.0
	1500 g	1.82	0.14	0.54	26.7	12.3	3.0
汚泥区	3 : 1	1.30	0.12	0.46	/		
	2 : 1	1.44	0.14	0.53			
	1 : 1	1.29	0.12	0.47			
		養分増加量(g/pot)			吸収率(%)		
化学肥料	1 g	0.33	0.08	0.24	33.0	8.0	24.0
	2 g	0.79	0.13	0.50	39.5	6.5	25.0
	3 g	1.00	0.13	0.59	33.3	4.3	19.6
汚泥コンポスト区	500 g	1.39	0.07	0.29	15.6	1.7	29.0
	1000 g	1.65	0.09	0.38	9.3	1.1	19.0
	1500 g	1.69	0.10	0.40	6.3	0.8	13.3
汚泥区	3 : 1	1.17	0.08	0.32	/		
	2 : 1	1.31	0.10	0.39			
	1 : 1	1.16	0.08	0.33			

		養分含有量(g/pot)			施用成分量(g/pot)		
試験区		N	P	K	N	P	K
cont.		0.04	0.02	0.06	-	-	-
化学肥料	1 g	0.27	0.08	0.32	1.0	1.0	1.0
	2 g	0.43	0.09	0.39	2.0	2.0	2.0
	3 g	0.64	0.13	0.67	3.0	3.0	3.0
汚泥コンポスト区	500 g	1.05	0.12	0.31	8.9	4.1	1.0
	1000 g	1.66	0.13	0.38	17.8	8.2	2.0
	1500 g	1.03	0.10	0.28	26.7	12.3	3.0
汚泥区	3 : 1	0.99	0.10	0.32	/		
	2 : 1	0.57	0.09	0.24			
	1 : 1	0.38	0.06	0.14			
		養分増加量(g/pot)			吸収率(%)		
化学肥料	1 g	0.23	0.06	0.26	23.0	6.0	26.0
	2 g	0.39	0.07	0.33	19.5	3.5	16.5
	3 g	0.60	0.11	0.61	20.0	3.7	20.3
汚泥コンポスト区	500 g	1.01	0.10	0.25	11.3	2.4	25.0
	1000 g	1.62	0.11	0.32	9.1	1.3	16.0
	1500 g	0.99	0.08	0.22	3.7	0.7	7.3
汚泥区	3 : 1	0.95	0.08	0.26	/		
	2 : 1	0.53	0.07	0.18			
	1 : 1	0.34	0.04	0.08			

たり現物1000 g (乾物500 g) 位で、現物1500 g (乾物750 g) ではやや過剰で、生長はかえって低下する。両樹種とも現物500 g (乾物250 g) 程度で十分な肥効が期待される。これを10 a 当りに換算すると乾物で5 トンとなる。一方、1 作跡地土壌 (汚泥区) の残効性も一部を除いて高いことが認められた。すなわち、その肥料効果のあらわれ方を苗重についてみると 3 : 1 区 > 2 : 1 区 > 1 : 1 区の順であり、3 : 1 区は化学肥料区の 3 g 施肥に、2 : 1 区はおよそ 1.5 g 施肥に相当する。しかし、1 : 1 区になると 1 g 施肥の 1/2 程度で、この 1 生育期でみる限り明らかな肥効は認められない。N 含有率では、汚泥コンポスト区、汚泥区とも、化学肥料区にくらべ明らかに高い濃度を示し、N 吸収に対して汚泥施用の効果の大きいことが認められた。いま、養分増加量をシャリンバイについてみると、3 施用区とも N > K > P の順に大きく、N の増加量は化学肥料区 : 0.33 ~ 1.00 g/pot、汚泥コンポスト区 : 1.39 ~ 1.69 g/pot、汚泥区 : 1.16 ~ 1.31 g/pot で、汚泥コンポスト区が最も高く、ついで汚泥区、化学肥料区の順になる。P については、各区ほぼ同程度の増加を示し、供試材料による差は認められない。K は、汚泥コンポストの K 含有率が低い化学肥料区にくらべ顕著な差とはならなかった。なお、両樹種の養分組成は大略、N > Ca > K > P > Mg であり、Ca の含有量が比較的大きいようである。これらのことはトベラにおいても同様な傾向が示された。

汚泥コンポストの供試時の含水率は約 50% のものを用いた。その形状は顆粒状であり、また無臭にちかく、汚物感は殆んどない。これらのことは、汚泥ケーキとちがって、その取扱いをきわめて簡便、容易にし、あわせて、十分な肥効が認められることから、下水汚泥の土壌還元拡大には、コンポスト化することが最大の要件といえるであろう。また本試験の残耕土の効果からしても、この汚泥の影響は長期的に有効なものと推察され、肥料としての活用は、大きな意義をもつものと思われる。

## 引用文献

- 1) 作物分析法委員会編：栽培植物分析測定法：76～86，養賢堂，東京，1975
- 2) 辻田昭夫ほか：下水汚泥の育苗への活用について（第2報），日本林学会関西支部講演集，第31号，94～97，1980
- 3) 高橋和司：下水汚泥の土壌改良のための有機物資材としての利用，汚泥の緑農地還元肥料化対策資料集，フジ・テクノシステム，209，1976
- 4) 河田弘，衣笠忠司：高野山国有林におけるスギ，ヒノキ幼令林施肥試験，林試研報191，115～136，1966
- 5) 原田洸：スギの成長と養分含有量およびこれに及ぼす施肥の効果に関する研究，林試報230，1～104，1970

(1983年8月31日受理)