畑地に対する麦稈施用の影響

八木沼純義† 平井義孝† 小林荘司†
後藤計二† 高尾欽弥†

EFFECTS OF STRAW APPLICATION TO UPLAND SOIL

Sumiyoshi YAGINUMA, Yoshitaka HIRAI, Souji KOBAYASHI,
Keiji GOTO & Kinya TAKAO

未分解有機物の施用によって畑土壌の理化学性や作物の生育に変化をもたらすことが予想されるので，麦稈を用いこれらの影響を土壌別に検討した。その結果麦稈を施用することにより土壌中の無機態窒素は減少するが，物理的には好結果をもたらして，てん菜，ばれいしょなどの多肥性根菜類では収量の増加が認められ，えん麦，菜豆などの少肥性作物の場合は窒素減少の影響が収量に及んで減収した。また，気象条件（とくに降水量）によって麦稈施用時の作物の生育収量に差がみられた。

I 緒　　言

有機物施用は生産力向上の有力な手段であるが，近年畑作地帯では農耕馬の減少や，機械化の急速な進展にともなって，これまでの施用有機物の中心であった堆きゅう肥の生産は少なくなり，未分解な有機物を利用する方向に変化してきている。

これら粗大有機物の施用については，水沼[7]，井手[2]，福井[1]ら多くの人々によって検討が試みられ，川村ら[3)~5)]は新鮮有機物の土壌保全的効果に着眼して一連の研究を行なっている。また北海道においては，岡[8]，沢田[9]らが輪作や緑肥との関係で研究をすすめ，成果をおさめている。粗大有機物の中には稲わら，麦稈などの農作物収穫残渣から，ヨシ，ススキ，ササ，鋸屑といった広汎なものまで含まれており，これらが畑土壌に施用された場合の影響は資材によって異なるものと推察される。

本試験では粗大有機物の中から麦稈について土壌別，作物別に検討を試みたが，とくに麦稈施用当初の土壌の理化学性の変化と作物への影響に重点を置き，1964年～1968年にわたって行なったものである。

なお，本研究の実施に当たり懇切なる指導を賜わった中央農業試験場長谷部俊雄特別研究員，ならびに原稿の校閲と有益な助言をいただいた同化学部森哲郎部長に深く感謝の意を表する。また，試験の実施に協力をいただいた上川農業試験場和田順行畑作科長ならびに中央農業試験場宮脇忠研究職員に厚く感謝の意を表する。

II 試験方法

本試験は現地栽培試験と室内実験からなっており，その設計の概要は次のとおりである。

1. 栽培試験

麦稈施用の影響を作物の立場から土壌別に検討を加える目的で土性を粗粒質，中粒質，細粒質に区分し，第1表の1～6の土壌で現地栽培試験を行なった。

† 中央農業試験場

第 1 表 試 験 土 壌 の 性 質

試験地	土壌の特徴	層厚 (cm)	腐植 (%)	土性	T-C	T-N	C/N	pH (H_2O)	CEC me/100g	石灰飽和度%
1. 早来	火山性土	0～10 10～35	2.9 4.2	S S	1.62 2.53	0.13 0.13	12.5 18.7	7.20 7.10	9.8 9.0	95.2 86.1
2. 小清水	火山性土	0～19 19～25	6.7 5.8	SL SCL	3.89 3.37	0.35 0.30	11.1 11.2	5.80 6.00	14.5 14.9	— —
3. 喜茂別	火山性土	0～26 26～38	13.8 10.1	CL SL	8.00 5.90	0.71 0.57	11.3 10.3	5.95 5.50	33.3 33.3	27.9 11.0
4. 湧別	洪積土	0～16 16～26	7.4 0.7	LiC LiC	4.28 0.39	0.39 0.05	11.0 8.0	6.55 5.50	24.3 19.6	85.2 25.5
5. 羽幌	洪積土	0～15 15～35	11.8 3.5	SiC SiC	6.85 2.01	0.67 0.25	10.2 8.1	5.60 4.65	28.9 26.7	26.5 19.5
6. 風連	洪積土	0～17 17～38	5.4 2.2	LiC SiC	3.12 1.28	0.30 0.13	10.4 9.8	5.50 5.10	21.8 16.2	52.8 24.6
7. 札幌	沖積土	0～17	1.8	SCL	1.01	0.10	10.1	5.85	21.9	74.5
8. 長沼	沖積土	0～20	2.8	LiC	1.63	0.17	9.6	5.90	20.8	42.0

これら土壌のうち，粗粒質土壌は早来，中粒質土壌は喜茂別，細粒質土壌は風連で重点的に行ない，小清水，湧別，羽幌の各試験地は補助的に行なった。なお，札幌，長沼の両土壌は室内実験ならびにポット試験で供試したものをあわせて取せたものである。

試験区の構成は次のとおりである。

区名	内容
1. 標準	
2. 堆肥	a当り 100kg 全面鋤込
3. 窒素増施	基肥窒素より 3 割増施
4. 窒素増加里減	基肥窒素より 3 割増施し，基肥加里を 5 割減ずる。
5. 麦稈	えん麦稈を 3cm に切断しa当り 50kg を春に全面鋤込
6. 麦稈窒素増施	5 と 3 の組合せ
7. 麦稈窒素増加里減	5 と 4 の組合せ

ただし，早来，風連の両試験地には 1，2，3，5，6 の処理区を，喜茂別試験地には 1，2，4，5，7 の処理区を設置し，また，小清水，羽幌，湧別の各試験地では 1，2，3，の 3 処理のみについて実施した。

次に供試作物と施肥量を第 2 表に掲げる。

試験規模は試験地により差があるが，1 区面積は 20～50m^2 で，すべて 2 連制で実施した。ポット試験は 1967 年に中央農業試験場の ほ場で行ない，第 1 表に掲げてある長沼土壌を直径 45cm，深さ 30cm の無底ポットに充填し，チモシーを栽培した。処理は無窒素系列と無加里系列にそれぞれa当たり麦稈 50kg，100kg を施用した。施用量はポット当たり窒素 1.0g，燐酸 1.2g，加里 1.0g 基肥として施用し，1 番刈後，窒素，加里をおのおの 1.0g 追肥した。播種期は 6 月 1 日である。

第 2 表 供試作物と施肥量

試験地	実施年度	供試作物	施肥量 kg/a		
			N	P_2O_5	K_2O
早来	1964	てん菜	1.0	1.5	1.0
	1965	てん菜	1.5	1.5	1.0
	1966	ばれいしょ	1.2	1.5	1.0
喜茂別	1967	ばれいしょ	1.2	2.0	1.0
	1968	てん菜	1.2	2.0	1.0
風連	1964	てん菜	1.0	1.5	1.0
	1965	ばれいしょ	0.7	0.8	0.8
	1966	菜豆	0.4	0.8	0.4
小清水	1964	えん麦	0.5	1.0	0.6
羽幌	1964	えん麦	0.5	0.7	0.3
湧別	1964	ばれいしょ	0.8	1.0	0.8

2. 室内実験

麦稈添加による土壌の無機態窒素の消長を第1表の早来，札幌，風連の土壌を用いて行なった。各土壌とも風乾細土を 100ml ビーカーに 50g ずつとり，土壌の1％（重量）に当たる麦稈をよく混和して，土壌の最大容水量の60％相当の水分を加え，28°C の恒温室で所定の日数経過ごとに分析に供した。なお，恒温室において incubate 中に土面蒸発によって土壌は乾燥したが，最大容水量の10～15％になったとき水分を補給した。したがって incubate 中は常に湿潤⇄乾燥の反復が行なわれていた。所定の日数を経過した試料は，10％ KCl で浸出し，Conway 微量拡散法により無機態窒素を定量した。

土壌水分および物理性の測定には，内径 10cm の塩化ビニールパイプを適宜切断してナイロン布で底をつけ，第3表に示した土壌を先に現地で測定した容積重と同じになるように原土を充填した。なお，この充填条件で麦稈を施用した後の土層の高さは第4表に示したとおりである。

第 3 表　供試土壌の粒径組成

土壌の種類	細土無機物中 ％					土性
	粗砂	細砂	砂合計	シルト	粘土	
粗粒質(早来)	88.9	7.0	95.9	0.6	3.5	S
中粒質(札幌)	11.0	58.4	69.4	14.5	16.1	SCL
細粒質(風連)	4.8	11.3	16.1	43.0	40.9	LiC

第 4 表　水分上昇測定の処理内容

処理	パイプ当り土壌重量(g)			麦稈添加		処理後の土層の高さ (cm)		
	粗粒質	中粒質	細粒質	量(g)	方法	粗粒質	中粒質	細粒質
1. 原土	785	745	785	—		10.0	10.0	10.0
2. 麦稈A	785	745	785	3.9	全層に混合	10.6	10.3	10.3
3. 麦稈B	785	745	785	7.8	全層に混合	11.1	10.5	10.7

水分上昇調査は，毛管水で常時湿潤な状態に保持させた台の上に，土壌を充填したパイプを置いて水分を上昇させ蒸発調査はパイプ内の土壌を一度最大容水量にして戸外において蒸発させた。これらはいずれも重量法により水分変化を測定した。土塊は蒸発調査時にパイプ内で生成されたものをとり出して実験に供した。土塊の破壊値は貫入抵抗測定器 SR—Ⅱ型を用いて測定し，20mm 以上の土塊は1mからの落下衝撃に耐えたものを篩別して表示した。

III 試験結果

1. 栽培試験

a）早来試験地

生育ならびに収量調査の結果を第5表に示す。1964年のてん菜は直播栽培で，全般に生育が劣り，収量も低かった。また降水量が多かったために肥料の流亡が甚だしく[12]，したがって窒素増施区，堆肥区にやや増収がみられるが，麦稈区は減収を示した。1965年は移植を行なったため生育は全般に良好であった。麦稈区は移植後45日目ではほかの区に劣らぬ生育であったが，同100日目では葉色淡く，しかも葉長が最も劣り，第1図にみられるように頸葉中の窒素含有率も低下して窒素欠乏症状を呈しているのが認められた。

しかし，菜根収量では標準区にまさる結果であった。1966年は5～6月上旬の干ばつが激しく，干ばつに強いばれいしょが供試作物であったにもかかわらず，欠株が多数発生した。最も欠株の多かったのは，窒素増施であったのに対し，麦稈区の場合はその被害が最も少なく，収量も18％の増収を示した。

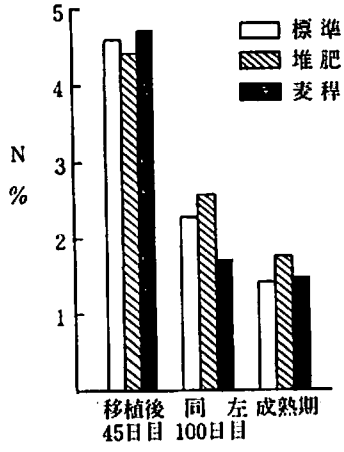
b）喜茂別試験地

麦稈区はばれいしょ，てん菜ともに初期生育が良好で，生育中期（ばれいしょは開花期，てん菜は移植後90日目）の調査でも生育は標準区を上回っていた。

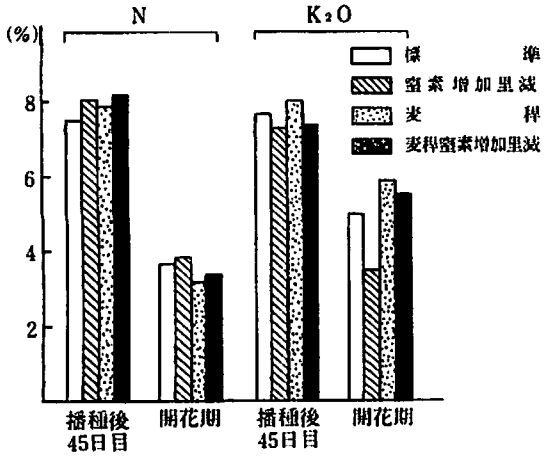
作物体内の窒素含有率を第2～3図に示した。ばれいしょの場合播種後45日目では標準区より麦稈区が高かったが，開花期にはこれが逆の結果を示し，麦稈窒素増加里減区も標準区よりやや低い結果であった。加里は終始麦稈を施用した区が高い結果を示した。てん菜の90日目の窒素，加里含有率はばれいしょの開花期とほぼ同じ傾向で，とくに麦稈施用区の加里含有率の高いのが特徴的であった。本試験地では両作物とも麦稈施用による

第 5 表 早来試験地の作物の生育収量

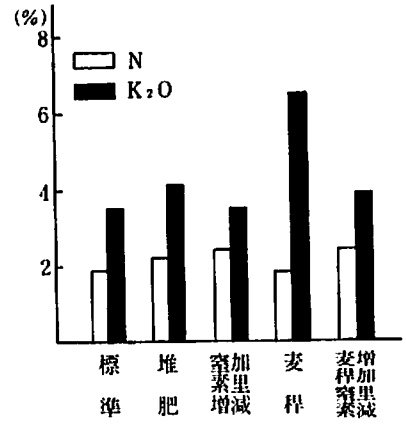
試験区	てん菜 (1964年) 葉長 (cm) 播種後45日目	同 左 100日目	収量 菜根重 (kg/a)	同左比	てん菜 (1965年) 葉長 (cm) 移植後45日目	同 左 100日目	収量 菜根重 (kg/a)	同左比	ばれいしょ (1966年) 欠株率 (%)	草丈 (cm) 開花期	収量 塊茎重 (kg/a)	同左比
1. 標準	10.0	32.2	235	100	34.2	61.6	453	100	28.4	48.1	157.7	100
2. 窒素増施	9.9	38.3	264	112	35.2	65.5	499	110	28.3	47.9	161.1	102
3. 堆肥	10.5	36.0	248	106	35.9	63.0	500	110	23.3	52.3	212.6	135
4. 麦稈	8.9	36.9	221	94	35.9	60.3	488	108	13.3	51.0	186.3	118
5. 麦稈窒素増施	8.5	33.3	250	106	35.7	64.0	500	110	38.3	53.5	152.4	97



第 1 図 頸葉のN含有率
(早来, 1965年てん菜)



第 2 図 茎葉の養分含有率
(喜茂別, 1967年ばれいしょ)



第 3 図 頸葉の養分含有率
(喜茂別, 1968年てん菜移植後90日目)

減収は認められなかった。

c) 風連試験地

3か年間の生育ならびに収量を第7表に示す。てん菜, ばれいしょの場合, 初期生育より収穫時まで生育量は麦稈施用が標準より良好であった。

第4図はばれいしょの茎葉の窒素, 加里含有率を示したものであるが, 窒素は麦稈施用により低下するのに対し, 加里は高くなる傾向が明瞭に認められる。収量はてん菜, ばれいしょともに麦稈施用がやや増収を示したが, 菜豆の場合は逆に麦稈施用により生育収量が劣る結果を示した。

d) 湧別, 羽幌, 小清水試験地

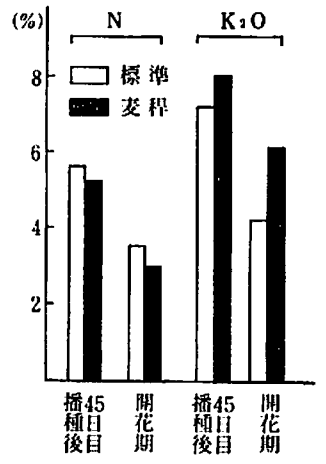
湧別のばれいしょの場合麦稈区の初期生育がきわめて良好であったが, 開花期には標準区にやや劣り, 第5図に示したとおり作物体内の窒素含有率もやや低い結果であった。しかし, 加里含有率は窒素とは逆に麦稈区が高い結果を示した。開花

第 6 表　喜茂別試験地の作物の生育収量

試験区	ばれいしょ（1967年）				てん菜（1968年）			
	草丈（cm）		収量		葉長（cm）		収量	
	播種後45日目	開花期	塊茎重（kg/a）	同左比	移植後45日目	同左90日目	菜根重（kg/a）	同左比
1. 標準	8.8	84.2	349.6	100	15.7	60.2	354	100
2. 窒素増加里減	9.6	80.8	370.3	106	15.6	63.3	383	108
3. 堆肥	9.1	93.7	371.5	106	15.9	67.5	398	112
4. 麦稈	9.7	86.4	358.0	102	18.8	66.4	388	109
5. 麦稈窒素増加里減	8.4	85.4	348.4	100	15.5	62.2	437	123

第 7 表　風連試験地の作物の生育収量

試験区	てん菜（1964年）				ばれいしょ（1965年）				菜豆（1966年）			
	葉長（cm）		収量		草丈（cm）		収量		草丈（cm）		収量	
	移植後45日目	同左100日目	菜根重（kg/a）	同左比	播種後45日目	開花期	塊茎重（kg/a）	同左比	播種後45日目	開花期	子実重（kg/a）	同左比
1. 標準	20.1	47.0	455	100	27.7	65.5	316.6	100	14.4	39.4	22.8	100
2. 窒素増施	21.1	51.1	464	102	26.4	76.1	333.5	105	12.1	37.6	21.8	96
3. 堆肥	19.5	47.7	472	104	27.0	69.3	307.5	97	12.2	37.0	21.4	94
4. 麦稈	22.3	48.9	498	109	27.2	69.9	332.4	105	13.7	38.6	22.1	97
5. 麦稈窒素増施	21.1	52.5	506	111	26.7	75.4	348.7	110	14.1	38.2	18.3	80



第 4 図　茎葉の養分含有率
（風連，1965年ばれいしょ）

期以降標準，堆肥の両区は徒長を呈して倒伏したが，麦稈区には倒伏が認められず，塊茎収量は麦稈区が標準区，堆肥区より19%増収を示した。

羽幌のえん麦は麦稈区が標準区，堆肥区より終始生育が劣っていたが，標準，堆肥の両区は出穂後漸別のばれいしょ同様倒伏をみて減収をきたす結果になり，茎稈重の少ない麦稈区が一番高収量を示した。

小滑水のえん麦は漸別のばれいしょ同様麦稈区の初期生育は良好に経過したが，生育中期ころより逆に生育が劣る結果を示した。しかし，収量は漸別の場合と異なり，生育不良がそのまま収量につながる結果を示し，21%の減収であった。

e）ポット試験

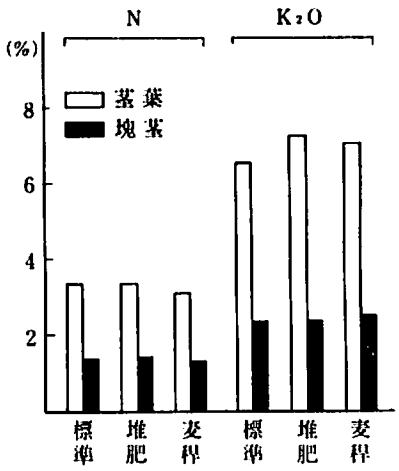
チモシーによるポット試験の結果を第9表に示す。無窒素系列の場合麦稈を施用することによって初期生育は劣り，とくに施用量の多いほどその傾向は著しい。2回目の刈取りでは麦稈a当たり50kg 施用のものが麦稈無施用より高収を示したが，合計収量では麦稈施用のものが減収し，施用量の多いほどその傾向は大であった。

1年間のチモシーの窒素吸収量は麦稈を施用すると減少し，施用量がa当たり 100kg の場合無施用の49%にとどまった。

無加里系列は麦稈 a 当たり 100 kg 施用の初期生育に窒素欠乏の症状が認められ，第1回の刈取りでは減収を示した。刈取後追肥により窒素欠乏

第 8 表　湧別，羽幌，小清水試験地の作物の生育収量

試験地	湧別				羽幌				小清水			
試験区	ばれいしょ（1964年）				えん麦（1964年）				えん麦（1964年）			
	草丈（cm）		収量		草丈（cm）	収量			草丈（cm）	収量		
	播種後45日目	開花期	塊茎重（kg/a）	同左比	播種後45日目	茎稈重（kg/a）	子実重（kg/a）	同左比	播種後45日目	稈茎重（kg/a）	子実重（kg/a）	同左比
1. 標準	7.7	84.1	251.5	100	47.1	48.0	24.3	100	51.0	77.0	33.7	100
2. 堆肥	9.3	89.1	250.7	100	48.3	55.0	22.8	94	53.0	69.2	35.6	106
3. 麦稈	11.0	83.3	299.7	119	45.5	43.0	25.2	104	54.0	63.8	26.5	79



第 5 図　作物体の養分含有率
（湧別，1964年ばれいしょ開花期）

の回避を図った結果，2回目の刈取時には麦稈施用のものがやや増収をみるに至ったが，合計加里吸収量では大差がみられなかった。

2. 室内実験

a）麦稈施用による土壌の無機態窒素の消長

畑土壌に対する麦稈の施用は，麦稈の分解にともなう窒素の有機化によって各土壌とも土壌中の無機態窒素が早期より著しく減少した。

この実験条件における土壌中の無機態窒素の減少は，札幌，風連の場合麦稈施用後10日目ころに最大に達し，その後減少率は次第に低下して原土の無機態窒素量に接近するが，施用後 120 日目に至っても，原土よりは低い値であった。これに対し早来は札幌，風連より最大減少時期は遅くなり，かつ減少率が最も高い結果を示した。

b）麦稈施用による毛管上昇水分の変化

一定時間当たりの毛管水分上昇量は第11表に示したとおり，いずれの土壌でも麦稈を混合施用することにより少なくなり，施用量を増すとその傾向が著しかった。また中粒質，細粒質土壌では麦稈の有無を問わず日数の経過とともに毎時上昇量は減少したが，粗粒質土壌では逆の傾向が認めら

第 9 表　チモシーの収量と窒素，加里吸収量

試験区	第1回刈取（7月28日）		草丈（9月26日）		第2回刈取（10月30日）		刈取量合計		合計吸収量（g）	
	乾物重（g）	同左比	草丈（cm）	同左比	乾物重（g）	同左比	乾物重（g）	同左比	N	K_2O
1. 無窒素	13.8	100	27.3	100	19.5	100	33.3	100	0.70	0.72
2. 無窒素麦稈 50kg/a	8.8	64	25.0	92	21.5	110	30.3	91	0.59	0.63
3. 同上 100kg/a	3.0	22	22.5	82	14.1	72	17.1	51	0.34	0.33
4. 無加里	42.8	100	34.2	100	46.7	100	89.5	100	2.28	2.51
5. 無加里麦稈 50kg/a	44.0	103	35.8	105	50.3	107	94.3	105	2.29	2.57
6. 同上 100kg/a	37.0	87	43.1	126	57.9	124	94.7	106	2.37	2.58

注）乾物重および N，K_2O 吸収量はポット当りを示す

第 10 表　麦稈施用による土壌の無機態窒素の消長

土壌名	処理	10日目			30日目			60日目			120日目		
		NH_4-N	No_3-N	合計	NH_4-N	No_3-N	合計	NH_4-N	No_3-N	合計	NH_4-N	No_3-N	合計
1. 早来	原土	2.71	2.17	4.88	0.80	3.53	4.33	1.82	5.44	7.26	0.76	6.72	7.03
	麦稈添加	1.31	1.32	2.63	0.39	1.10	1.49	1.58	1.82	3.40	0.41	1.54	1.95
2. 札幌	原土	2.48	10.31	12.79	0.39	14.89	15.28	1.96	16.84	18.80	0.44	18.17	18.61
	麦稈添加	1.24	3.79	5.03	0.26	6.41	6.67	1.90	9.04	10.94	0.46	10.71	11.17
3. 風連	原土	1.49	9.25	10.73	0.28	12.41	12.69	2.25	11.75	14.00	0.63	18.51	19.14
	麦稈添加	1.29	2.02	3.31	0.36	4.18	4.54	3.76	7.77	11.53	0.57	13.25	13.82

注）数値は乾土100 g 当り mg。

第 11 表　麦稈施用による土壌水分の毛管上昇の変化

土壌	処理	毎時上昇量 (ml)			処理間の比			時期間の比		
		充填時	30日目	120日目	充填時	30日目	120日目	充填時	30日目	120日目
粗粒質（早来）	1. 原土	10.0	12.5	17.6	100	100	100	100	125	176
	2. 麦稈 A	7.6	2.5	5.8	76	20	33	100	33	76
	3. 麦稈 B	4.7	1.8	1.4	47	14	8	100	38	30
中粒質（札幌）	1. 原土	68.4	46.9	23.7	100	100	100	100	69	35
	2. 麦稈 A	77.7	35.0	10.1	114	75	43	100	45	13
	3. 麦稈 B	45.6	12.6	5.9	67	27	25	100	28	13
細粒質（風連）	1. 原土	25.0	6.6	3.0	100	100	100	100	26	12
	2. 麦稈 A	26.3	5.7	2.4	105	86	80	100	22	9
	3. 麦稈 B	26.1	3.9	1.9	86	59	63	100	18	9

れた。

蒸発調査の結果を第6～8図に示した。各土壌とも麦稈を施用すると最大容水量は多くなり，また，土面蒸発による残存水分量も終始多い結果を示した。

また麦稈をパイプの中間に層状施用した結果を第12表に示したが，麦稈層の下部の土壌水分がかなり高い値を示し，麦稈による毛管孔隙の遮断があるものと推定された。

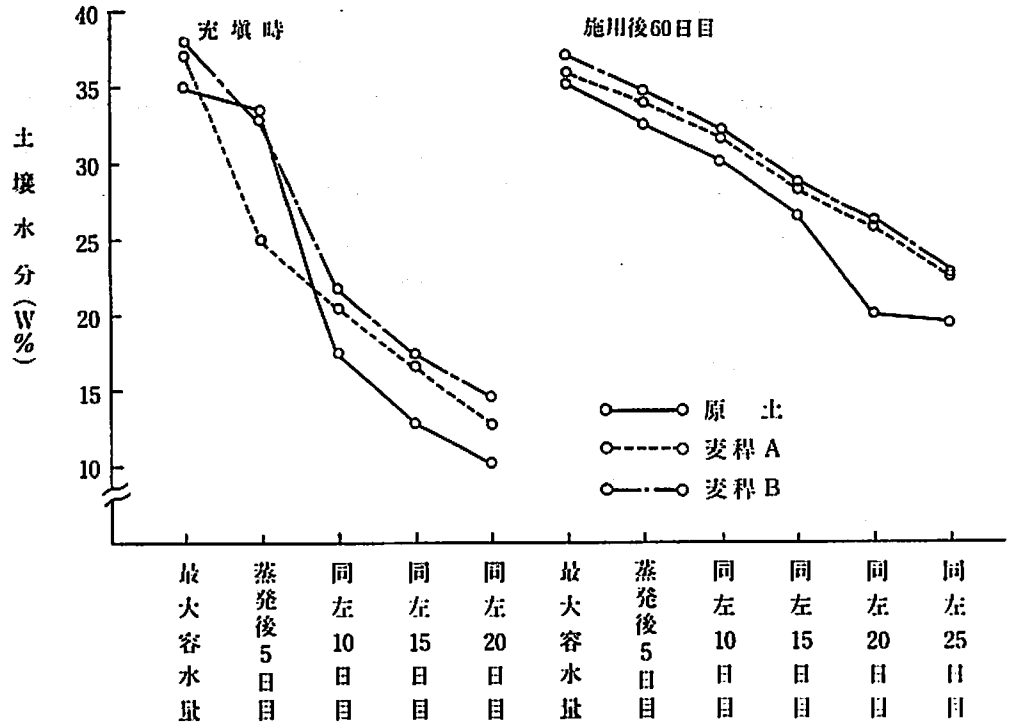
c）麦稈施用による土壌孔隙の変化

土壌水分保持の状態の変化について，気相の差から孔隙の大きさを分類し，それぞれの孔隙の測定を行なった。

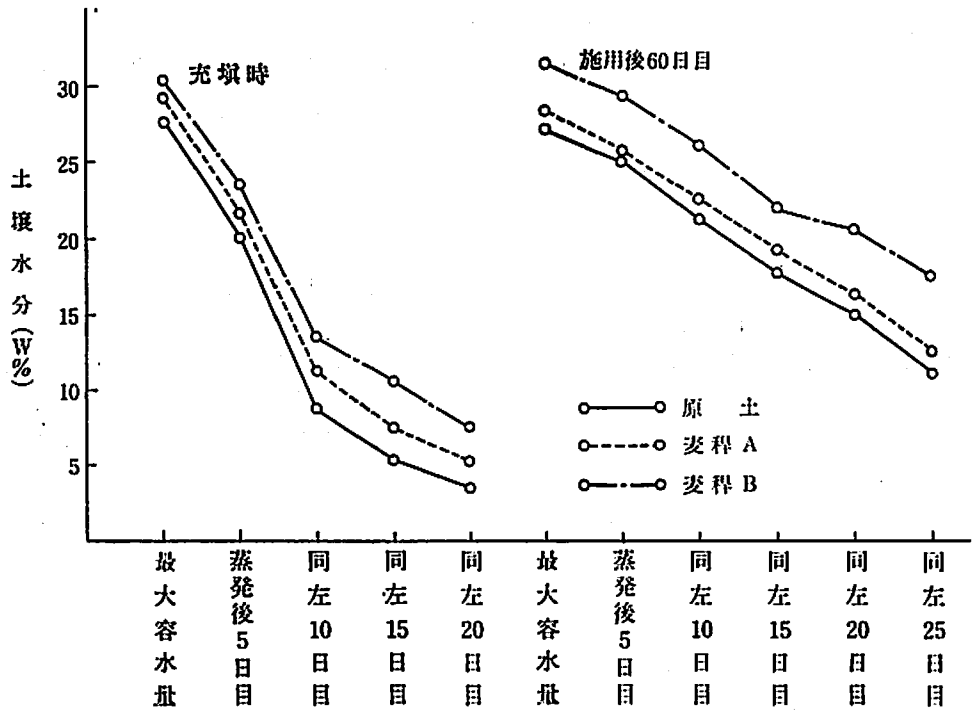
その結果第13表に示すように，麦稈施用後鎮圧した状態では，各土壌とも著しい総孔隙量の増加は認められず，120日経過後でも麦稈施用がわずかに高い値を示したにすぎなかった。孔隙を大きさ別に比較すると，充填時の粗粒質，中粒質土壌では麦稈施用によって中孔隙が多くなり，120日経過後でも中粒質はその傾向が変わらなかった。細粒質土壌では充填時の粗孔隙が減少して細孔隙が増加したが，120日経過後は粗孔隙が増えて中細孔隙が減少する結果を示した。

d）土塊破壊値ならびに土塊の粒径分布

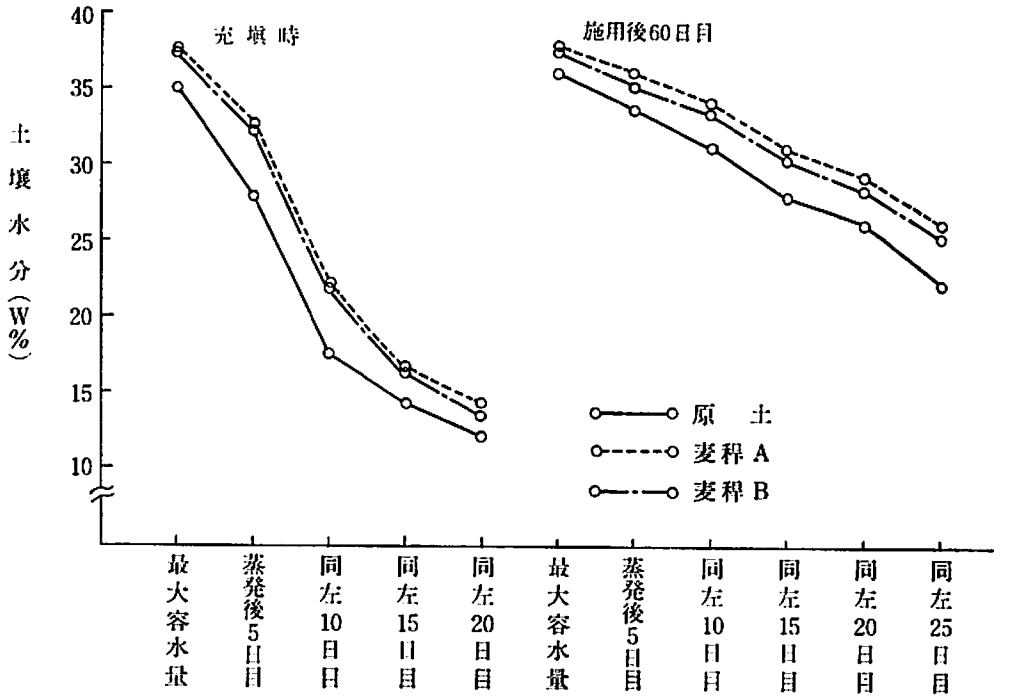
20mm 以上の土塊は粗粒質土壌には生成されず，中粒質，細粒質土壌にのみ認められた。土塊



第 6 図 土面蒸発による残水分量（粗粒質土壌）



第 7 図 土面蒸発による残水分量（中粒質土壌）



第 8 図　土面蒸発による残水分量（細粒質土壌）

第 12 表　麦稈層状施用における蒸発処理後の土壌水分

中粒質土壌—施用後30日目より30日間土面蒸発

処　理	区　分	土壌水分（W%）
麦稈層状施用　A	層の上部	8.3
	層の下部	13.6
〃　B	層の上部	6.8
	層の下部	21.1

の破壊値は第14表に示すとおり中粒質，細粒質土壌とも麦稈を混合することにより小さくなり，土壌水分が高くなるとその傾向が著しかった。また，細粒質の土塊生成は低水分（5%）では麦稈を施用した場合大塊が多くなるが，高水分（25%）になると逆に少なくなる結果を示した。

e）処理土壌の分析結果

毛管水分上昇調査に使用した土壌試料を植木鉢に充填し，鉢内の土面上部と地表が水平になるように鉢を土中に埋め，18か月間露天に放置後土壌を分析に供した。その結果を第15表に示したが，T—CおよびT—Nは早来のみやや増加が認められ，札幌，風連は明瞭な傾向が認められなかった。一方，置換性加里は各土壌とも麦稈施用による増加が認められた。

IV　考　　察

畑土壌に対する麦稈施用の問題は，その内容を2つに分けて考えることができる。1つは施用した麦稈を好条件で速かに分解させ，堆肥的な効果を早期に得ようとする方向であり，もう1つは麦稈が分解する過程での固有な性質を有効に活用する方向である。麦稈の施用によって土壌中の無機態窒素が減少することはすでに認められるところであり，本報告でも第9，10表にその結果を明らかにしたが，大部分の無機態窒素が麦稈の分解に関与し有機態窒素として土壌中にとどまっていることはN^{15}を使用して実験したSTEWART ら[10]の結果から容易に推定でき，いずれ再放出されて作

第 13 表 麦稈施用による土壌孔隙の変化 (100ml 容中 ml)

土壌	処理	充填時				120日目			
		細孔隙	中孔隙	粗孔隙	総孔隙量	細孔隙	中孔隙	粗孔隙	総孔隙量
粗粒質	1. 原土	17.9	19.3	24.3	61.5	20.3	25.1	6.6	52.0
	2. 麦稈 A	18.1	21.4	23.5	63.0	20.5	26.8	5.3	52.6
	3. 麦稈 B	18.0	21.0	24.9	63.9	23.8	23.5	6.5	53.8
中粒質	1. 原土	38.2	13.8	11.6	63.9	37.8	13.0	4.6	55.4
	2. 麦稈 A	38.2	17.7	8.0	63.9	35.4	16.8	6.0	58.2
	3. 麦稈 B	37.6	17.6	8.6	63.8	31.9	19.9	5.7	57.5
細粒質	1. 原土	39.4	15.1	7.0	61.5	34.6	17.1	6.4	58.1
	2. 麦稈 A	41.9	15.8	4.3	62.0	34.1	15.4	10.1	59.6
	3. 麦稈 B	42.6	15.0	4.9	62.5	32.3	16.2	13.1	61.6

注) 細孔隙：水分上昇完了時に液相化した気相。
中孔隙：水分上昇完了時には気相であるが最大容水時には液相化した気相。
粗孔隙：最大容水時の気相。

第 14 表 土塊破壊値および土塊の粒径分布

土壌		中粒質（札幌）				細粒質（風連）			
処理		目標水分 (%)	実測水分 (%)	破壊値 (kg/78.5 cm²)	土塊※ (20mm<) (%)	目標水分 (%)	実測水分 (%)	破壊値 (kg/78.5 cm²)	土塊※ (20mm<) (%)
1. 原土	a	5.0	5.5	29.0	3.2	5.0	5.1	50<	0.2
	b	15.0	17.9	10.0	0	15.0	15.6	39.5	3.8
	c					25.0	24.6	29.9	6.3
2. 麦稈 A	a	5.0	6.1	25.2	2.8	5.0	7.5	42.4	10.6
	b	15.0	20.8	9.0	3.5	15.0	21.2	32.8	6.3
	c					25.0	31.3	21.0	1.2
3. 麦稈 B	a	5.0	7.6	19.6	2.3	5.0	7.1	43.0	3.5
	b	15.0	22.3	9.3	0	15.0	21.8	32.2	2.5
	c					25.0	28.2	19.8	1.9

注) ※土塊は重量%

物に利用されることは岡[8]，沢田[9] あるいは上郷ら[11]の稲わらの例をみても明らかである。一方，川村ら[5] はカヤ施用によって作物の窒素吸収量が少なくなるにもかかわらず増収した例を報告している。このように麦稈施用は単なる養分の収支のみならず，とくに施用当初はかなり複雑な内容を蔵しているものと思われるので，これらのことを今回得られた結果をもとに考察を加えてみることにする。

麦稈施用による作物の生育収量は作物の種類により差がみられ，ばれいしょ，てん菜で増収する例が多かった。これらの作物の麦稈施用による生育相の特徴は，初期生育が良好で生育中期に窒素欠乏を呈することにあり，第10表にみられる無機

第 15 表　処理土壌の分析結果

土壌	処理	T-C (%)	T-N (%)	置換性加里 (mg/100g)
早来	原土	0.87	0.07	4.7
	麦稈 A	0.93	0.10	7.4
札幌	原土	1.51	0.18	9.7
	麦稈 A	1.51	0.17	14.2
風連	原土	3.07	0.30	22.8
	麦稈 A	2.96	0.29	27.8

態窒素の消長の結果とは異なる過程を示している。この結果の差についてはばれいしょ，てん菜が多肥性の作物のため，生育初期に土壌中の無機態窒素が減少しているときは，肥料が条施のため施肥窒素と麦稈とはほとんど離れた状態で存在し，また生育初期にはその生育量からみて施肥した窒素で十分まかなわれているため，直接作物には影響を与えないものと考えられる。しかし施肥窒素が，降雨などにより土壌中に拡散して施用麦稈との接触の機会を高めるころより作物に窒素欠乏の症状が出てくるものと思われる。

生育中期ころより窒素欠乏を呈しながら増収の傾向を示した点についてはばれいしょ，てん菜が根菜類であるということが大きいように思われる。麦稈施用が，土壌を膨軟化して収穫部位の肥大に好影響を及ぼしていることが予想され，とくに孔隙の大きさの変化（第13表）は，強粘性な細粒質土壌で顕著なだけに，その効果が窒素欠乏を凌駕して増収に結びついたものと考えられる。また，粗粒質土壌においては，麦稈施用による保水力の増加と，土壌水分蒸発の抑制が水分欠乏の起こりやすいこの種の土壌の欠点を補っており（第6図），これが増収の一要因であったものと思われる。

えん麦の場合は，出穂前後より作物体内の窒素欠乏が明瞭にあらわれ，収穫時の茎稈重は羽幌，小滝水ともに標準区より低い値を示した。羽幌は後述する降水量との関係で倒伏をみたため減収をきたし，したがって麦稈区の子実重は標準区と同等の結果を示したが，小滝水の場合窒素欠乏がそのまま減収につながり，小林[6]，岡ら[8]の結果とほとんど同様であった。えん麦はばれいしょ，てん菜と異なって少肥性の作物に属し，また収穫目的が子実という地下肥大部分とは異なることにより，土壌の理学性の改善が直接子実収量に反映することは水沼ら[7]のいうように根菜類より少ないと考えられる。本報告の場合，粗粒質土壌の栽培試験結果の内容に欠けているので憶測の域を出ないが，干ばつの場合は粗粒質土壌でも水分蒸発を抑制して収量に好結果を得ることも十分考えられる。しかし，一般的には土壌の種類を問わず減収するものと思われる。菜豆についてはその作物の特性から，えん麦同様施用当年から効果を期待することは無理と思われ，岡ら[8]も麦稈施用後3年目においても子実重は増加しなかったことを報告している。

麦稈から加里が放出されることは第15表から明らかであるが，作物体の生育初期の加里含有率からもそのことが容易に想像できる。また，第2図のばれいしょの開花期にみられるように，麦稈を施用して施肥加里を5割減じた場合でも，作物体内の加里含有率は標準区より高くなっていることから，麦稈の加里の肥効はかなり高いものと考えられる。

麦稈施用により，土壌中の無機態窒素が減少して作物が減収した例はすでに述べたが，北海道のように主として成熟期に降水量が多く，日照不足の場合は各作物にしばしば徒長による減収をみることがあり，本報告では1964年の芦別のばれいしょと，羽幌のえん麦がこれに該当する。降水量を第16表に示したが，いずれも7～8月に降水量が多く，したがって成熟が遅れ，あとできの様相を呈した。

このような気象条件下では，麦稈施用による作物体内の適当な窒素濃度の低下は，かえって収量に好影響をもたらし，川村ら[5]がカヤ施用で認めた現象と同様なものと考えられる。これとは逆に，生育初期に干ばつをうけたときには，1966年の早来のばれいしょ，1968年の喜茂別のてん菜のように，麦稈施用が水分蒸発を抑制して好結果を得たことを考えると，麦稈施用当年の影響は，気象条件に相当左右されるものと考えられ，この原

第 16 表 試 験 地 の 降 水 量

月	紋別測候所		羽幌観測所		倶知安測候所	
	1964年	平年	1964年	平年	1968年	平年
5 月	53.9	81.0	85.3	65	142	79
6 月	82.1	88.4	57.2	70	24	73
7 月	124.7	106.0	135.0	117	86	134
8 月	169.7	143.3	208.3	137	158	186
9 月	106.4	118.1	160.9	161	175	122

注）紋別測候所は湧別試験地に、倶知安測候所は喜茂別に準用した。

理を逆利用すると麦稈の応用範囲はさらに拡大されると考えられる。また，第14表にみられるように麦稈を施用すると低水分では麦稈が土塊の骨材として作用し，強固な土塊を多くするが，一般には５％まで水分が低下することはまれであり，農作業上麦稈の散布混合の均一性の容易さからみて，中，細粒質土壌の土塊生成防止としても十分に活用できると思われ，この点さらに検討を加える必要がある。

V 摘 要

畑土壌に麦稈を施用して作物の生育ならびに土壌中の無機態窒素と理学性の変化を検討した。土壌は粗粒質，中粒質，細粒質の３種類を供試し，得られた結果は次のとおりである。

1． 畑土壌に麦稈を施用すると各土壌とも無機態窒素が減少し，作物の窒素含量も減少する。えん麦，菜豆は麦稈施用による窒素固定の影響をつよくうけて減収する場合が多い。しかし，低温，日照不足で雨の多い年は徒長をおさえ，倒伏を防いで増収する結果もみられた。

2． ばれいしょ，てん菜も窒素固定の影響を受けるが，その程度はえん麦，菜豆ほどではなく，増収する例が多かった。

3． 麦稈からの加里放出が認められ，作物の加里含量は増加する傾向であった。

4， 麦稈を施用すると，各土壌とも最大容水量は増加したが，水分の毛管上昇速度は減少する結果がみられた。麦稈施用直後は粗粒質，中粒質土壌で中孔隙の増加が認められ，細粒質土壌では小孔隙が多かった。しかし，120 日経過後では細粒質土壌の粗孔隙が増加していた。

5． 土塊は麦稈を施用することによりこわれやすくなり，土壌水分が高いとその傾向が著しかった。細粒質土壌の土塊生成は低水分（５％）の場合大土塊が多いが，高水分（25％）では逆の結果を示した。

6． 麦稈を施用すると，土壌水分の蒸発をおさえて干ばつ時には水分欠乏を緩和し，水分欠乏の起こりやすい粗粒質土壌において，とくにその効果が認められた。

引 用 文 献

1) 福井春雄，久保田正光，1963；四国の畑土壌生産力に関する研究（第３報），四国農試報告，８，147-156.
2) 井手一浩ほか，1962；生わらの肥効並びに地力に及ぼす影響に関する研究（第２報），佐賀県農試報告，３，27-49.
3) 川村秋男ほか，1960-ａ；新鮮有機物の土壌保全的効果の研究（第１報），四国農試報告，５，191-210.
4) ————，1960-ｂ；同上，（第２報），同上，５，211-223.
5) ————，1962；同上（第３報），同上，６，266-276.
6) 小林荘司，八木沼純義，1965；畑地における藁稈類施用に関する試験（第１報），北農，32；11，３-８.
7) 水沼永吉，河裾史夫，1962；畑地における粗大有機物の施用効果について（中間報告），愛媛県農試研究報告，２，69-72.
8) 岡 啓，沢田泰男，広川文彦，1968；新鮮有機物すき込みと作物の生産性に関する試験，北農，35：11，17-33.
9) 沢田泰男，新田一彦，吉岡真一，1968；麦稈の分解と窒素の再放出に対する緑肥の影響，北農試彙報，92，38-44.
10) Stewart, B. A., L. K. Porter, & D. D. Johnson, 1964；Immobilization and mineralization of nitrogen in several organic fractions of soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 27：３，302-304.
11) 上郷千春ほか，1959；材料を異にする促成堆肥の性状とその施用効果について，長野県農試研究集報，２，86-94
12) 八木沼純義ほか，1968；粗粒火山性土におけるてん菜の施肥法に関する一考察，北農，35：８，１-16.

Summary

The effects of straw application to upland

soil, in terms of its influence on the growth of crops, inorganic nitrogen and physical character changes in the soil were studied. The results are summarized as follows : The soils used in the experiments are of coarse grain quality, middle grain quality, and fine grain quality, respectively.

1. Straw applied to the soil causes less inorganic nitrogen to be contained in the soil as well as less nitrogen in crops. Nitrogen fixation resulting from straw application, often causes lower oat and bean crops. But, in years of low temperature, insufficient sunshine and excessive rainfall, it is observed, that, straw application tends to restrain overgrowth and prevent plants lodging, thus resulting in increased yields.

2. Potatoes and sugar beets are less influenced by nitrogen fixation than oats or beans. In many cases they give an increased yield.

3. Straw is observed to release potassium. Crops tend to contain more potassium.

4. It was observed that straw application increases the maximum water holding capacity of each kind of soil, but decreases water ascending speed in the capillaries. Immediately after straw application medium pore space is observed to increase in coarse grain and middle grain qualitative soil, and fine pore space in fine grain qualitative soil. 120 days after straw application we find more coarse pore space formed in fine grain qualitative soil.

5. Straw application renders it easier to break down the clods. This is more so in case of increased soil moisture. Less soil moisture (of 5%) is liable to make fine grain quality soil form larger clods, while more soil moisture (of 25%) causes smaller clods to be formed.

6. Straw application prevents soil moisture from evaporating, thus protecting crops from lack of water in dry weather. This has proved more effective with coarse grain quality soil which is more likely to lack water.