農地保全の研究 第 4 号

目　　次

あ　い　さ　つ

農業土木学会　農地保全研究部会長

藤　田　則　之

昨年農林水産省が行った「世界食料需給モデルによる食料需給予測」の結果は、２０００年には６２億人を超える世界人口の増加と各国民の食生活レベルの向上に対し、耕地面積の増加などによる食料供給の伸びは、これに十分対応することが困難で、２０００年までの世界の食料需給の概括的展望は次第に逼迫基調を強めていくこととして、ＦＡＯならびに米国におけるものと同様に、国際的な食料需給は一層厳しくなるものと予測しています。また、ＮＨＫテレビの「日本の条件－食糧－」は、世界の中から年年わが国の耕地面積の４倍にもおよぶ「豊かな土地が消えてゆく」と、食糧同題の厳しさと、農地の生産力の維持保全の重要性などに対する再認識を訴えています。

「農地保全」は農地の高い土地生産性の維持と、農地の防災ならびに農業地域の環境保全、すなわち農地にかかわる農業生産環境の維持保全をねらいとする応用研究というべきものであります。したがって、その研究対象は極めて広範で、学際的、国際的な共同研究などをも必要とするものであり、その研究の成果はわが国の農業のみならず、世界の農業生産の進展のため活用されるべきものと考えられます。

農地保全研究部会の第４回研究集会は、われわれの研究活動が地域農業の

進展をめざし一層幅広く展開されることと、その成果が農業生産の維持発展に役立つことを希って、テーマを「農業生産環境保全の課題とその対策」といたしました。

今回の研究発表課題は、研究集会のテーマに即して、良好な農業生産環境の創設・維持のために極めて重要な、「防風対策」に関するものを選び、また広い研究の場と、その地域性・国際性を考え、「融雪災害」と「タイ国における土壌保全」に関する研究をとりあげ、さらに現場関係技術者の関心の高い、造成工法に関する研究成果についても発表を御願いいたしました。

今回の研究集会は、テーマと研究発表の内容にふさわしい場所として、会場を鳥取市とし、また現地見学会を鳥取砂丘、北条砂丘および大山山麓開拓地区に選びました。講師各位の貴重な研究発表に大きい期待をよせていますが、これに関連した総合討論や見学地における現地討論や種種の意見交換が活発に行われ、研究集会の成果が参加者各位の研究の進展に、さらに各地における農業振興事業の円滑な推進に役立つことを希って止まぬものであります。

終に、この研究集会ならびに現地見学会の開催・運営などに多大の御協力、御支援を賜った、鳥取大学、鳥取県農政部ならびに中国四国農政局　大山山麓開拓事業所の各位に深甚の謝意を表する次第であります。

農耕地における防風対策

農業技術研究所 気象科　真木太一

1、はしがき

農耕地における防風対策としては大別して2方法が考えられる。①防風施設を用いて減風する気象的対策，②風害対象物に耐風性を持たせる方法である。ここでは気象的な対策を中心に述べ，栽培的・応急的対策については簡単に説明する。

2、気象的対策

1)減風

風速は一般的には風上－5H（防風施設高度，Hで表わした距離，－は風上，＋は風下を示す）付近より減少し始め，風下直後で急減し，2～5Hで最小値をとり，30H前後で原風に回復する。減風範囲は密閉度，風速の強弱，風向，乱れの強さ等で異なるが，一般には－5～20Hと考えられる。

(1) 密閉度：密閉度(D)による減風効果差は防風林では図1に，防風網(風洞)では図2に示した。Dが小さいと減風も少なく，風下への効果範囲も狭い。逆にDが高過ぎると風下直後では

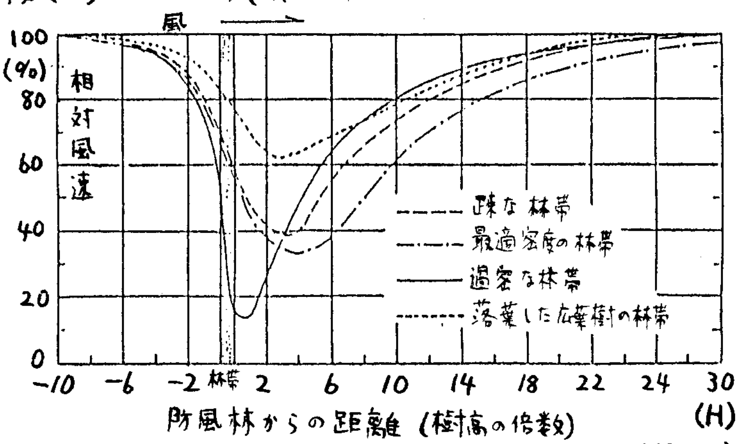


図1. 防風林の密度と風速減少作用の関係（樫山）

風は弱く，Dが約80%以上では逆風の渦が発生し，風速の回復は早い。減風率も高く効果範囲も広い最適密閉度は一般に60～70%で防風網では50～60%である。防風林ではD=100%でも通風があるが，板塀ではないなど特性が異なる。

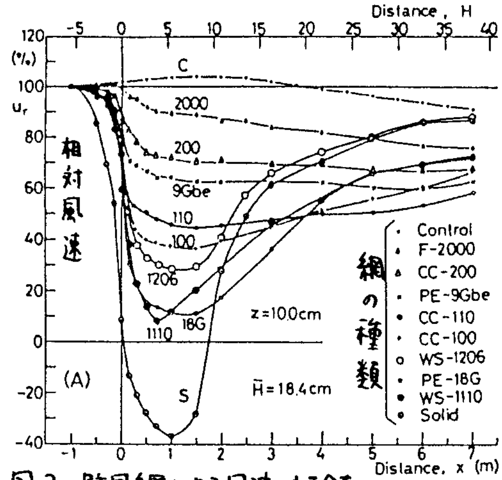


図2．防風網による風速の水平分布　(真木)

D(Density，密閉度)＝100－P(Porosity，間隙率)(%)

(2) 抵抗係数：物体に風が当る時の力(風圧，P_a)は，$P_a=\frac{1}{2}\rho V^2 C_D A$，ただし，$\rho_a$：空気の密度，V：風速，$C_D$：抵抗係数，A：風流に対しての投影面積である。$C_D$は物体の形で異なる(表1)。減風を大きくするには抵抗を大きくしなければならないが，減風範囲を広くするには抵抗を小さくしなければならない。この相反する条件のもとで最適のDが決まる。防風林では風になびくため一般には抵抗係数は強風で減少する。

表1．形による抵抗係数の差異(理科事典より)　(山本)

形 (→風向)	抵抗係数
円板	1.07
円柱 (10d)	0.83
正方形板	1.28
球	0.30
半球	0.34
半球	0.13
半球(帽状)	0.35
半球(帽状)	1.39
半球+円錐(頂角20°)	0.088
円錐+半球	0.16

(d：20 cm)

(3) 風速：風速が増加すれば効果範囲は減少する。特に1 m/s以下では効果範囲は広くなる。C_Dが変らなければ効果は相似であるが，野外では一般にC_Dが変るため強風になると減風効果は低下する。

(4) 吹上・吹下風：防風の中央高度における吹上・吹下風を図3に示す。防風網前後での吹上風，10H付近での吹下風の特徴

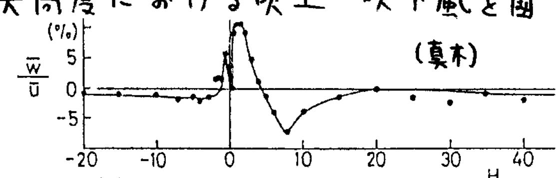


図3．吹上・吹下風の水平分布　(真木)

がよく出ている。

(5) 乱流：防風施設の中央高度における乱れの強さ(乱流強度)は図4のようであり，防風林・垣では乱れの強さは相対的に大きいが，防風網では小さく効果が長く続く。網目の細かいものはそれだけ小さい乱渦になるため，一つの持つ渦のエネルギーは小さく効果が持続する。しかしあまり細いと強風で破れる恐れがある。現在よく普及している防風網は寒冷紗110番(D=50%)，ポリエチレンラッセル網9G(D=40%)である。(図36・37)

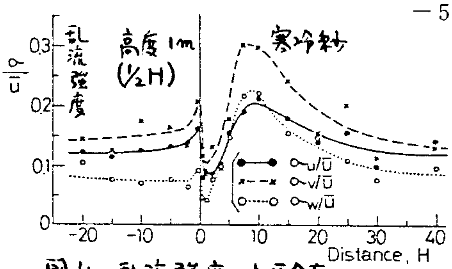


図4. 乱流強度の水平分布 (真木)

乱れの強さは乱流の一特性であるが，その他にスペクトル解析から最大・最小乱渦スケール，ピーク周波数等種々の特性が求められている(Maki, 1981; 1982)。

(6) 高さ：防風施設の高さが増すと効果範囲は増し，Hの1.1乗，1.1倍に比例する等の報告がある。高いと効果も高いが，強風に弱かったり，経費が高い等の欠点がある。また防風林では樹形，D，C_Dが変るため，一般にはHの倍数より小さくなる場合が多い。

(7) 長さ：防風施設は長さが増せば効果範囲は増す。保護面積は長さの2乗に比例する報告もあるが，風向変化が90°はあるためH=2m高の場合では図5のように長いと効果的であり，少なくとも効果距離の2倍以上必要である。

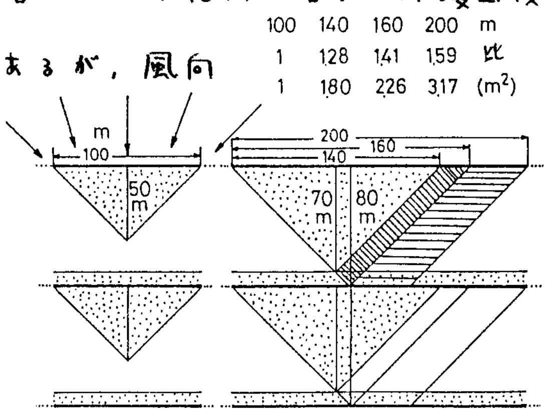


図5. 防風施設の長さと保護面積との関係 (真木)

(8) 幅：防風施設の幅が増すと

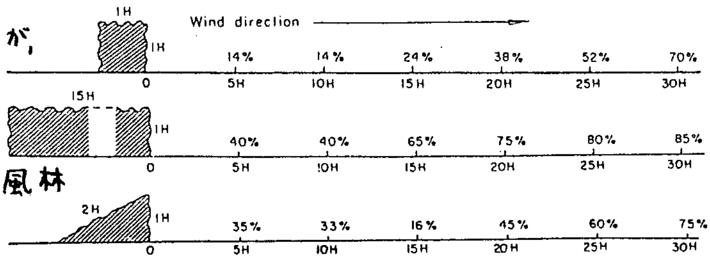


図6. Zones of reduced wind velocity as percentage of open field wind (at 0.2 H above surface) to leeward of vertical-face artificial barriers of different widths in wind tunnel. Scale of models exaggerated. (After Caborn, 1957.)

減風率自体は増加するが，高密になり過ぎると効果は狭くなる。耕地防風林では一般的には5列程度まで，または高さの5倍程度までである。図6からもその状態が理解できる。ただし防風林では更新の問題もあり，また海岸の潮風防止性能のため，減風だけの場合より幅を広くする必要がある。

(9) 形状：防風林では  の風速半減域は15.5H， では15H， では9Hであり，上，横が平らで角ばったものがよい（図6）。

(10) 連垣，連網：連続的に何列もあると耕地内が比較的均等に減風されて効果的である。しかし相対的な減風効率は列数が増すにつれて減少するが，これは乱れが増加するためである。間隔を適当にすれば効果を一定に維持でき有効である。例えば水田では2m高（D=50%）で40Hが適当であり，また果樹・果菜類ではもっと短くする必要がある。一度強風にあうと多大の被害を受け，回復が困難なものは，最弱風域を利用して10H毎に作る場合もある。一般作物では20～30Hが適当である（図13・38）。

(11) 斜風：風が防風施設に直角に吹く場合には効果が大きく，斜になると効果は減少するが，図7のように，

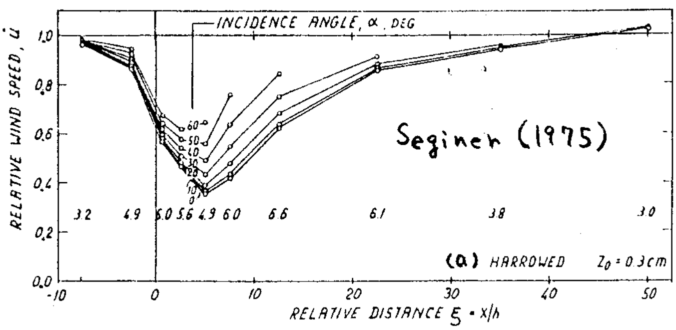


Fig. 7. Summary of experimental results: The effect of wind direction on the shelter effect of a 50% porous windbreak in three different fields.

窓閉度との関係でやや変化は複雑である（図39）。

(12) 下閉き：水稲ではDが高過ぎると生育むらができ，収穫時期をずらす必要がでてくる。晴天・夜間・弱風時に低温となる場合があり霜害が発生することがある。弱風時にはCO_2輸送が悪くなり，光合成が低下することもある。このため一般的には裾を少し空ける。ただし効果は低下し，直前直後で強風となったり，温度低下を引き起こすことがあるため目的によって変え，空ける場合でも5～10%（高さに対して）が適当である。

(13) 切れ目，端：図8に示すように防風施設の端や切れ目では強風となる。この場合には袖防風施設を作る。袖の配置法および道路と防風林が交叉する時は図9のようにするとよい。

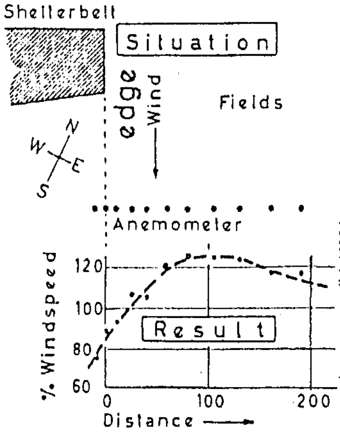
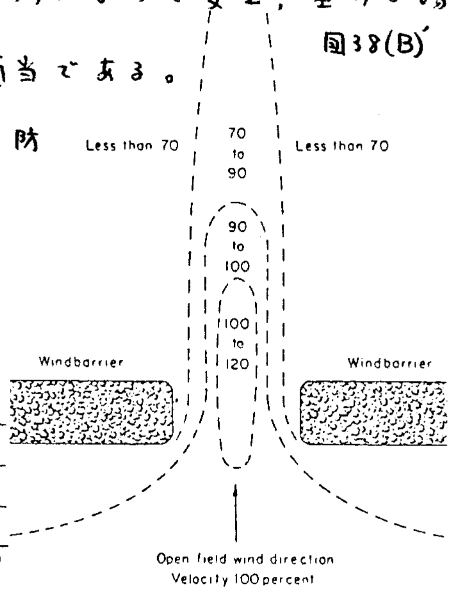


Fig. 8

図38(B)


Percent of open field wind velocity through and leeward of a 30-foot gap in a windbreak. (After Nägeli.)

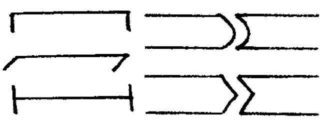


図9. 袖防風林，防風林を横切る道路

(14) 粗度：地表面が粗く，凹凸であると効果は少し低下する(図10)。窓閉度の影響よりも相対的に小さい。海岸防風林では効果は長く続くが，内陸部や複雑な地形では相対効果は低下する。風洞内では乱れが小さく，床面が滑らかで野外と対応しな

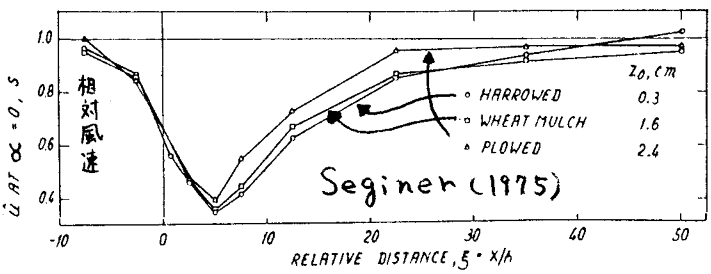


Fig. 10. The effect of surface roughness on the windspeed near the ground.

いため、風上床面に粗度を作る材料を置いて相似則を合わせる。

(15) 安定度：大気が不安定であると減風効果は低下する。一般には夜間は効果が広く，日中は熱的気層の影響で効果範囲は狭くなるが，Dなどよりは影響程度は小さい(図11)。

Seginer(1975)

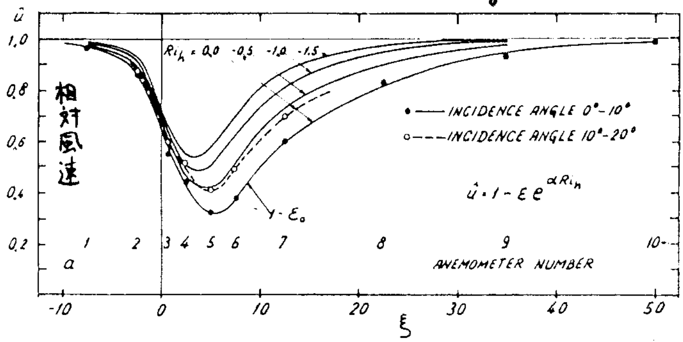


Fig. 11. The relative velocity as a function of the distance and the atmospheric stability.

2) 昇温効果

防風施設によって昇温効果が認められる。水田における防風網による昇温効果は図12に

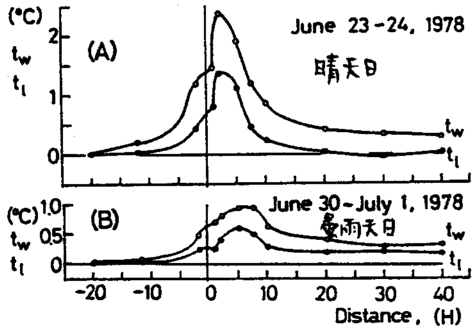


図12. 昇温効果（水田防風網）
（真木）

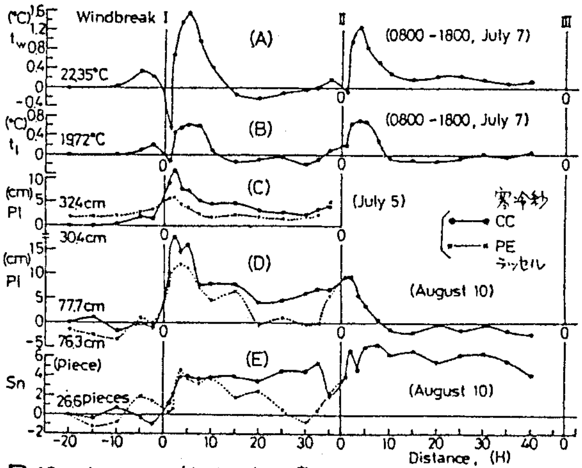


図13. 表面水温(t_w)，表面葉温(t_l)，草丈(Pl)，株当りの茎数(Sn)の水平分布（真木）

示すとおりであり，日平均では－5～20Hまで昇温しており，最高昇温は2～5Hである。晴天日には水温の昇温が3°Cにも達し，曇雨天日にも最高1°Cの昇温があった。網近くでは強風のため低温となる。また夜間においては風下側が弱風になるため，放射冷却によって返って基準点より低温となる場合が時に発生する。水田ではほとんどないが，畑地では比較的多い。(図35) 乾燥地では夏期に防風施設があると返って高温となり，土壌からの蒸発が多くなって，水利用上逆効果となる。北海道では水田の冷害防止用

に防風網が普及しており，主として減風による昇温効果を期待して成果をあげている。ここ数年間に4,000km(4万ha)の防風網が普及している。

3) 湿度・蒸発散量への影響

防風施設によって一般的には風下側で湿度が高く，蒸発散量は

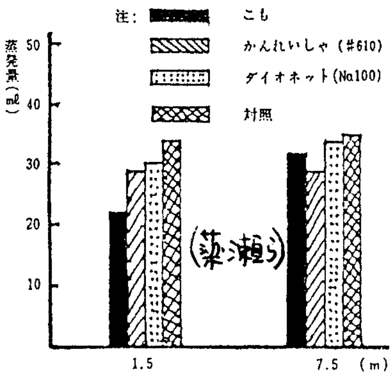


図14. 防風垣後方の蒸発量

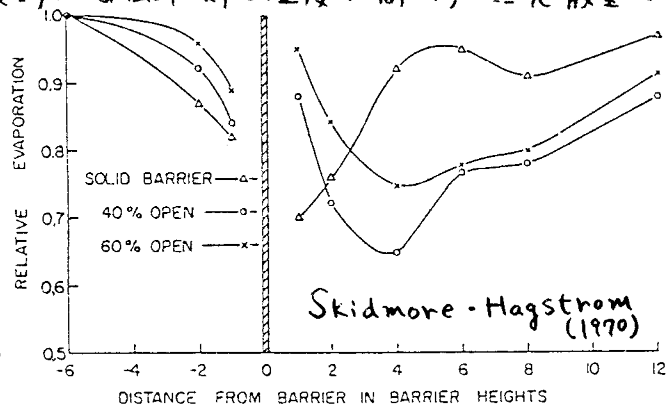


Fig. 15. Evaporation from atmometers as influenced by barrier porosity and distance from barrier.

減少し，図14・15に示すように十分効果が認められる。灌漑を行う場合には水利用効率が高くなる。気孔抵抗は小さくなり，蒸散量は減少し，土壌水分は一般に高くなる。

表2. 防風林風下側の生育調査結果（空知南西部農業改良普及所）（内島ら）

樹高倍数 (倍)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数	稈重 (kg/10a)	籾重 (kg/10a)	粗玄米重 (kg/10a)	精玄米重(比) (kg/10a) (%)	籾摺歩合 (%)	屑米歩合 (%)	千粒重 (g)	品質
3.2	64.5	17.7	23.6	380.6	585.8	487.5	477.3 (116)	83.2	2.1	22.1	4, 下
4.1	61.0	16.8	18.6	491.1	564.7	473.5	463.6 (113)	83.8	2.1	22.1	4, 下
5.4	57.6	17.2	20.6	561.2	578.7	481.5	458.9 (112)	83.2	4.7	21.0	5, 中
8.0	61.0	16.6	22.4	561.2	542.6	466.6	412.7 (101)	82.3	7.6	20.7	5, 下
12.8	63.3	16.8	22.8	631.4	554.7	454.7	410.5 (100)	82.5	9.7	20.1	規格外, 乙

4) 作物の生育・収量への影響

一般的には防風施設によって農作物の生育は促進し，品質は向上し，増収して安定生産が可能となる。収量増については非常に多くの研究（表2，図16）があるが，平均的には10%程度である。図16～18に

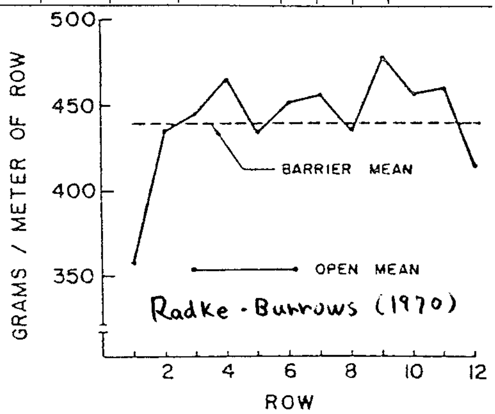


Fig. 16. Soybean top dry weight plotted as a function of row number for September 8, 1965.

示すように防風施設の直前直後で返って減収する。図17の①つぶれ地，②畑地の端の減収領域，③防風施設による養水分の競合，

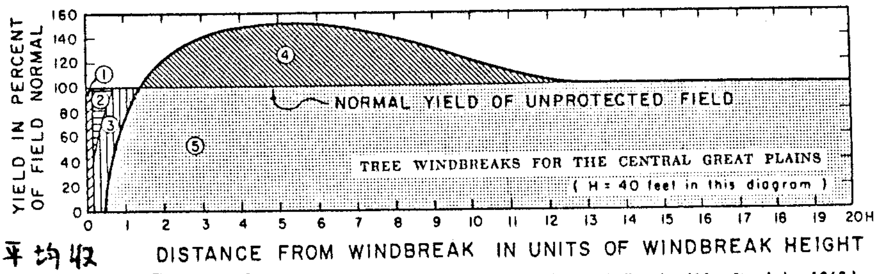


Fig. 17. Cross section of crop yield on a field leeward of a windbreak. (After Stoeckeler, 1962.)

陰等のために減収する領域，④増収領域，⑤平均収量域である。中国の水田の例で増収面積は71.6%，平均値面積24.0%，減収面積は4.4%である。ビートは初期生育は早く，葉面積の増大も早いが，最終的にはほとんど変らないか，減収することもある。レタス，カリフラワーでは5～10%減収した報告もある。

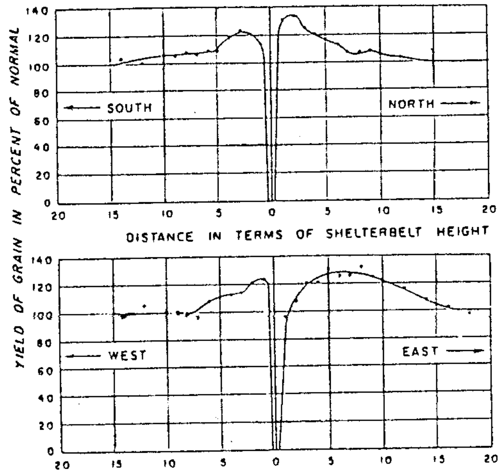
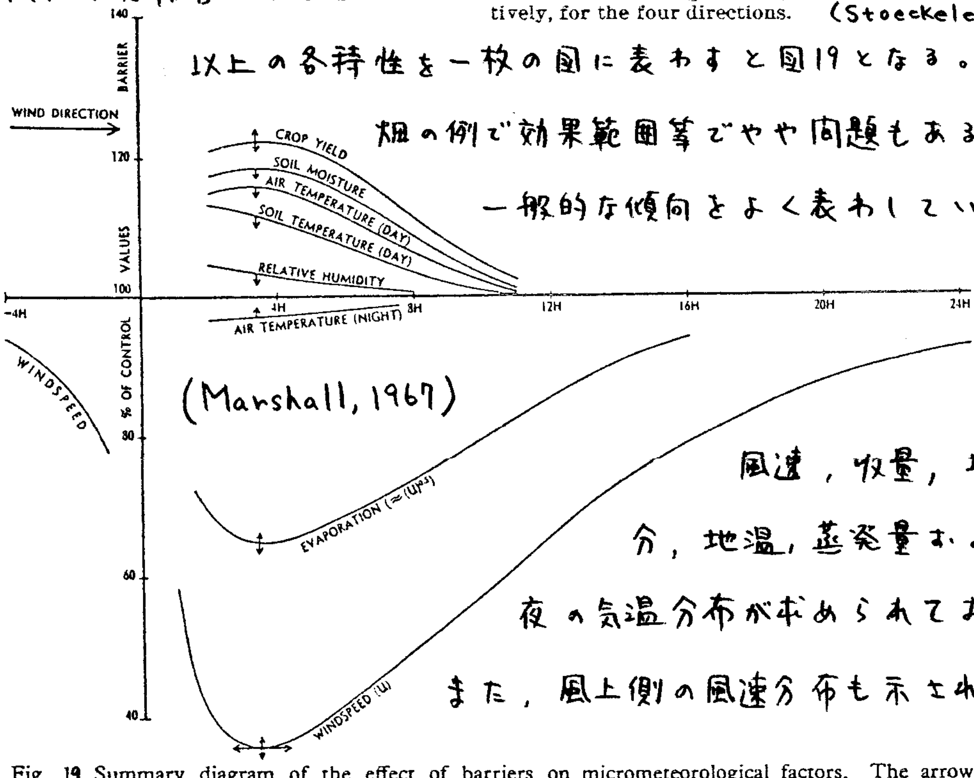


Fig. 18. Influence of shelterbelts in North and South Dakota on yields of small grains in fields lying to the north, south, east, and west of the trees. The curves are based on averages of 34, 12, 6 and 6 fields, respectively, for the four directions. (Stoeckeler, 1962)

以上の各特性を一枚の図に表わすと図19となる。小麦畑の例で効果範囲等でやや問題もあるが，一般的な傾向をよく表わしている。



(Marshall, 1967)

風速，収量，土壌水分，地温，蒸発量および昼夜の気温分布が求められており，また，風上側の風速分布も示されている。

Fig. 19. Summary diagram of the effect of barriers on micrometeorological factors. The arrows indicate the directions in which values of different factors have been found to vary relative to the control values measured in unsheltered areas. The reasons for some of the variations (e.g. in wind-speed reduction) are discussed in the text. H = height of barrier.

5）気象災害防止効果

(1) 強風害防止：防風施設は農作物の風害はもちろん，ハウス，温室等農業構造物の倒壊破損を防止する効果がある。（省略）

(2) 冷害防止：北日本の夏作物にとっては顕著な効果がある。これについては昇温効果の項を参照されたい。

(3) 熱風・フェーン風害防止：台風の通過時などで日本海側で乾燥した熱風が吹くことがあるが，防風施設によって被害を減少させる。例えば水稲では蒸発散量を減少させ，出穂時の白穂防止に役立つ。防風林では樹木自体からの蒸散があるため湿度が高くなり有効である。

表 3．強風に対する網かけの効果（小中原）

処理区	強風	低温・強風
コモかけ	8.3%	8.2%
網かけ（1.3cm目）	6.1	25.8
網かけ（3cm目）	6.6	24.8
無処理	28.3	47.1

（注）数字は落葉率

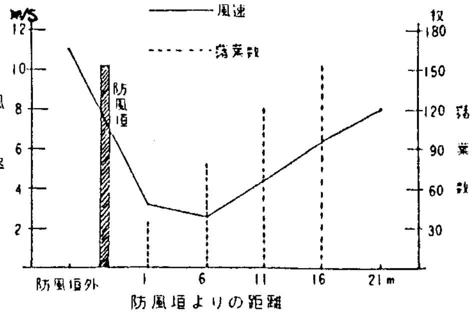


図20．サンゴジュ防風垣による風速の変化と夏橙の落葉数（西場ら）

(4) 寒風害防止：冬期の季節風による寒風害を防ぐには減風することが必要であり，防風施設が効果をあげている。低温強風害防止を表3に，落葉防止効果の例を図20に示す。直接・間接被覆法も効果的である。

(5) 霜害防止：斜面の上方(風上側)に密な防風林があるとその冷気流は風上側で止められ，風下側では霜害が少なくなる。その逆に農地の下方に防風林がある場合には防風林の下層部の枝払，網では下層を空けて冷気の停滞を防止する。防霜ファンが有効である。

(6) 風食防止：① 風食の実態；風食地の分布は図21・22に示すとおりであり，海岸には風食地が多く，川口付近の砂丘地にも多い。砂粒が0.1～0.5 mmのものが最も動き易い。海岸砂丘は鳥取，

島根，日本海岸の道県，宮崎，高知，静岡，千葉，茨城などである。

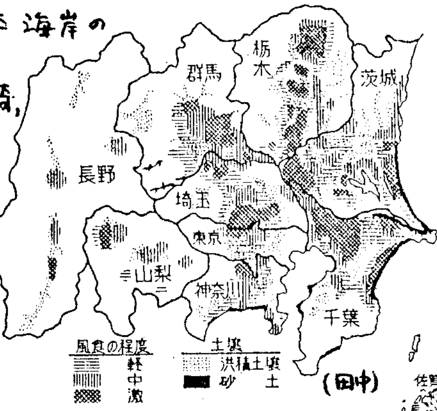


図 21．関東々山地域の土壌と風食

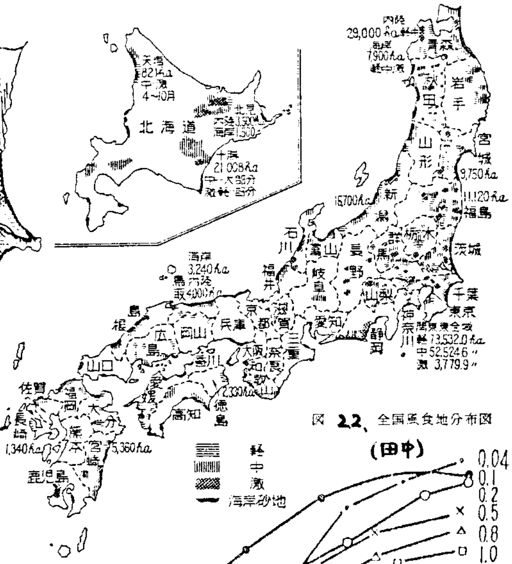


図 22．全国風食地分布図
(田中)

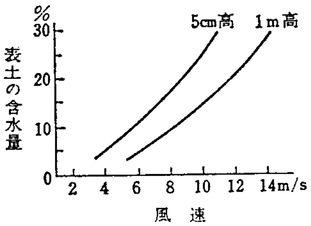


図 23．表土の含水量と飛土限界風速（田中）

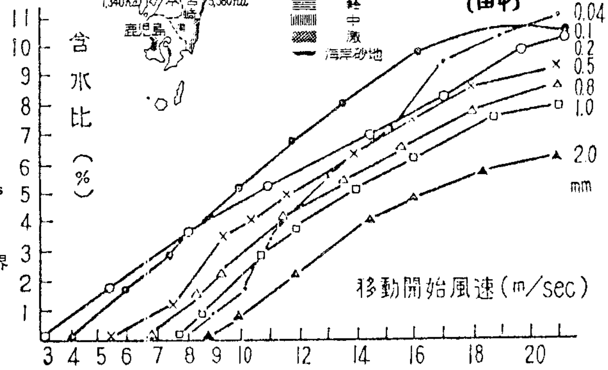


図 24．各粒径の含水率と移動開始風速
(田中)

内陸の風食地は，北海道，東北，関東東山，宮崎，大分，鳥取，静岡などで多い。風食は12～3月頃と台風期9～10月に多い。図23・24のように地表面が乾いてくると5～6 m/s（高度1.5 m）で飛土現象が発生し始める。粒径1.0 mm以上の土壌は地表面に接して少しずつ移動する転動（Surface creep），0.1～0.8 mm土粒の地表面での跳躍（Saltation），0.08 mmより小さい粒子の空中への浮遊（Suspention）の三形態がある。

飛土の多い耕地では小石の多い粗い土粒となり，表土が荒れてくる。一方飛土が堆積した所は0.2～0.5 mm内外の土粒となり，土壌の物理性が悪くなる。肥料が飛んだり，作物が掘れたり，種子が飛ばされたり，飛土自体の衝撃で作物に傷を与えたりする。

② 風食の起こり方；土壌含水量が10～12％になると5～6 m/sで土が移動し始め，10～12 m/sでは黄塵万丈の状態となる（図23・24）。

北関東で月降水量が50mm以下では風食が激しく，気温が高いと飛びやすくなる（表4）。風洞内での石英砂の含水量と飛土限界風速との関係（図24）を見ると0.1mmのものが最も飛び易い。北関東の畑地で，ゴボウ，ヤマトイモ，サツマイモ，ラッカセイの掘跡が風食が特に激しい。

表 4. 風食の発生する月別限界雨量（mm）（田中から作成）

発生頻度	11月	12月	1月	2月	3月	4月
7/10	68	50	34	34	50	68
5/10	98	82	56	56	82	98

（注） 5 m/sec 以上の風が10回吹いた時，7回風食が発生する場合を7/10，5回を5/10で示した。

③風食の防止法；ⓐ防風施設による方法；防風林，垣，網等で防ぐ。原理的には前述と同様である（表5・6）。風向による効果差は図25に示すように直角方向が効果が大きい。簡易防風垣としてトウモロコシ，ソルゴー，テオシント，陸稲がよく，冬期では前作物の茎稈を残す。

表 5. 防風林の飛土量減少効果（飯塚）

位置		林外	+5 h	+10 h	+20 h	+30 h
風	平均風速（m/s）	6.4	3.3	3.1	5.1	6.3
	乱れの強（%）	21.2	30.8	32.8	27.8	24.6
	風速比	100	46.3	61.4	69.4	77.4
表層土の含水率（%）		1	10	5	3	2
飛土量	重量（g）	510	0	0.7	9.2	25.8
	比	100	0	0.14	18.0	50.5

（注） 群馬県，落葉広葉樹，樹高 2～6 m

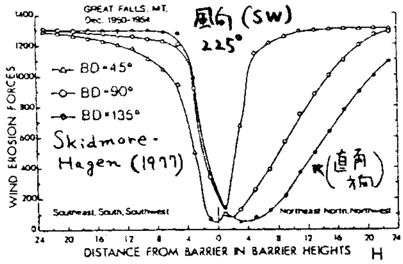


FIG.25.Wind erosion forces at indicated distances perpendicular from 40 percent-porous barrier when the barrier direction [BD] is 45, 90 (east-west), and 135 deg, respectively. Wind data are for Great Falls, MT.

ⓑ土壌の耐食性の増強；畑作地の客土を行い，飛びにくくする。天地返しをして下層の粘土質を出したり，土壌凝固剤を混入する（ベントナイトなど）。

表 6. ウツギ防風垣の風食防止効果（田中）

調査位置	飛び土の量 ＼ 調査年月日	1958年 1月9日	同 2月15日	同 3月10日	同 3月24日
	垣のない耕地	283.3 g	381.0 g	269.5 g	428.4 g
風上より第一樹帯	風下垣高3倍	0	0	0	0
	〃 5 〃	0	1.2	0	2.3
	〃 10 〃	9.3	12.3	3.4	14.7
	〃 13（風上1倍）	5.4	7.2	1.0	9.0
第二樹帯	風下3倍	0	0	0	0
	〃 5 〃	1.2	2.3	0	2.6
	〃 10 〃	7.2	10.3	7.7	12.5
	〃 13 〃	3.4	6.3	2.1	4.2
	平均風速 m/s	10.7	14.2	9.6	13.2

垣の高さ 160～180 cm，樹帯間の距離 25 m
5 cm×5 cm×20 cm の箱に入つた量

ⓒ灌漑法；土壌の乾燥を除ぐ方法であるが，強風時にはスプリンクラーは十分機能を果たさない。他の灌漑法か，風食前に散布する。麦畑への春先の散水はよいが，厳冬期の散水は霜柱が立って根が切れたりしてマイナスである。

ⓓ踏圧法；ローラー踏圧を行うと土壌がしまり，保水力が増す（表７）。麦の踏圧など。

表 7. 踏圧回数と飛び土の量 (田中)

高さcm ＼ 区	a	b	c	d
0～10	194.5 g	137.5 g	82.3 g	68.0 g
10～20	142.2	80.5	55.4	37.4
20～30	101.2	53.5	29.5	15.2
30～40	43.3	31.8	10.2	5.2
総量	481.2	303.3	177.4	125.8
aに対する比率%	100	63	37	26

a 足によるムギふみ区　b 月1回ローラー全面踏圧
c 各旬1回ローラー踏圧　d 風食の起りそうな時ローラー踏圧

ⓔ被覆法；畦間裸地に，わら，いもづる，トウモロコシ茎の作物の茎稈等で表面を被い露出を少なくする。マルチや目の粗い網を地表面に掛ける方法もある。

ⓕ飛土捕捉溝；幅20～40cm，深さ20cmで2m間隔に溝を作る方法もある。

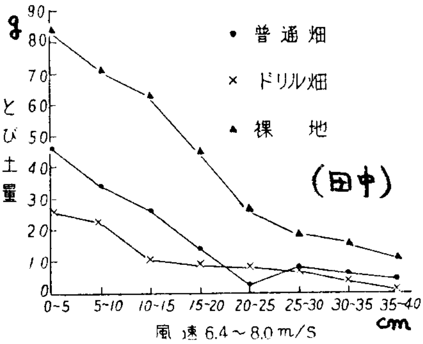


図 26. ドリルまきのとび土防止効果

ⓖ栽培法；麦ではドリル全面播，切り立播等を行う(図26)。冬期，野菜を栽培したり，草生法(イタリアンライグラス，クローバー)などで被覆する。帯状栽培法とか畦を狭くして露出部を少なくする。風向に直角な畦は減風を大きくし風食が少ない。平行畦は風に対して露出部が多い。

④砂丘保護・造林；ⓐ堆砂工；堆砂垣(そだ，ヨシズ，竹，しだ，材木等)によって砂を捕捉する。堆砂垣が高く，密閉度，Dが高過ぎると風上側に多く堆砂し，垣の根元が掘られて倒壊し易い。その反対にDが低い場合や柔軟で曲り易いものは風下側に多く堆砂して効果が低くなる。D≒50%のものが適当である。多くは高さ1mの堆砂垣を2～4m毎に並列させ，主風向に直角に設置する。埋没したら再び作り，造林完了時まで繰り返す。

ⓑ静砂工；堆砂垣を通過して造林地内に侵入する砂を阻止する。高さ50～100cmでD≒50%の格子状に細分して多くは10×10mの

方形にして保護する。

Ⓒ被覆工；静砂垣に囲まれた内部の造林地を保護する目的で造林作業と並行して，そだ，わら類で砂面の侵食防止を行う。被覆の砂の水分保持効果が期待でき，腐食後は養分の補給源ともなる。

(7) 潮風害防止：海風中の塩分を防風施設によって付着落下させて，潮風害を軽減する。クロマツ，ダンチクなどが有効である。防風網でもかなりの効果がある。風速が増大すると付着量も増す関係式を求めている（幸喜，1978）。柑橘では0.4～0.5g/m²の塩分付着量で被害が発生する（小笠原，1967）。樫山ら（1974）（図27）は海岸での塩分濃度，蒸発量等を求めている。なお防潮林は津波の防潮の役割を果たすこともある。

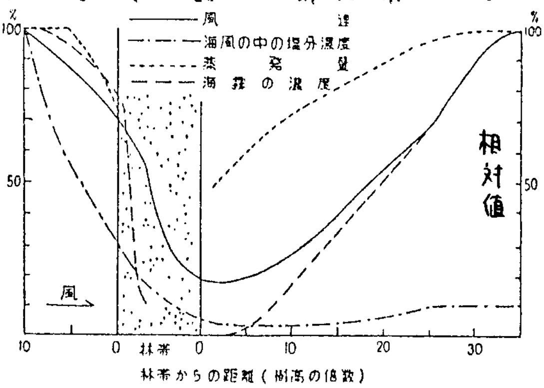


図27. 幅の広い海岸林帯の機能（地上1m付近）（樫山ら）

表 8. 防霧林による霧水量減少効果（樫山ら）

樹高の倍数	−1 h	+3 h	+5 h	+10 h	+15 h	+20 h
霧 水 量	87	21	35	72	82	85

(注) 北海道，トドマツ，エゾマツ混交林，樹高 2m

(8) 防霧：夏季やませ風地帯においては海霧を伴った風が吹き冷害を発生させるが，それにも効果がある（図27，表8）。防風林が効果が高いが，防風網でも有効である。2～4mm目がよく，横糸は0.5mm，縦糸は1mmのものがよい（北海道開発庁）。また，道路脇に作ると視程がよくなる。

(9) 防雪：防雪林で或る領域に雪を落し，鉄道，道路などを保護する。逆に水の少ない所では春先の水分保持のために堆雪させたり，風食防止用に役立てる。堆雪域は図のように変るため目的によって密閉度を変える必要がある。（図28）

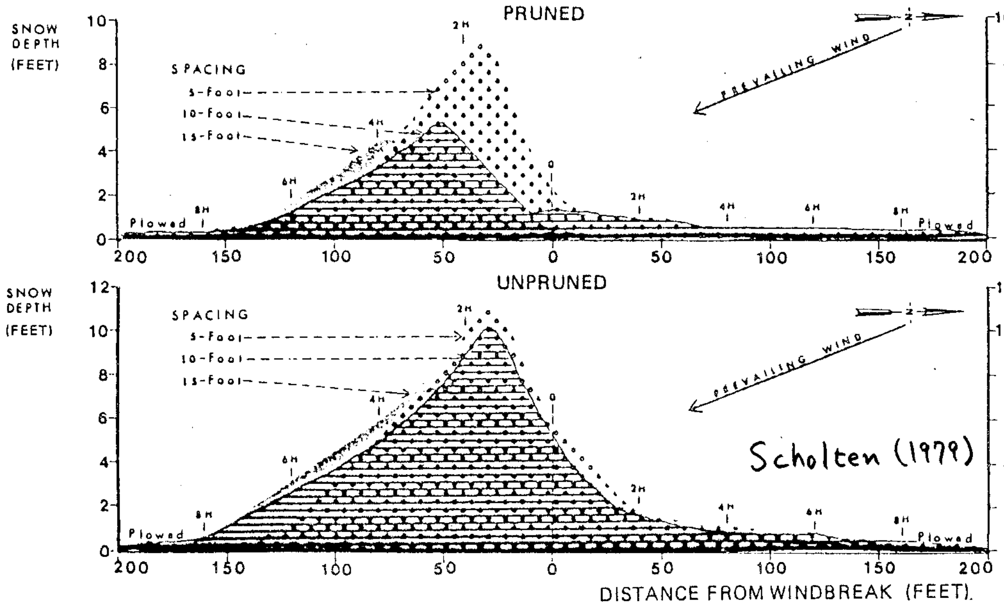


Fig. 28. Snow distribution patterns of single-row unpruned and pruned Siberian elm windbreaks at Morris, Minnesota. Average tree height is 20 feet. Horizontal distance: upper scale in tree heights; lower scale in feet.

(10) 土砂かん止：防風林には土砂かん止効果があり，土砂の崩壊・流亡を防止する。傾斜が25°以上のところでは造林してかん止林とする。針葉樹，喬木，かん木を組み合わせて作る。樹種はヤマハンノキ，ヤシャブシ，ヤナギ，ハギ，ニセアカシア，ネムノキ，マツ（クロマツ，アカマツ）等がある。

(11) 病虫害防止：もものせん孔病，ミカンのかいよう病（図29），稲の葉鞘褐変病等の防止に防風林は有効である。アブラムシの防止や雑草の種子，病菌などを防止する。逆に昇温のためにミツバチが多く飛来し受粉をよくする。

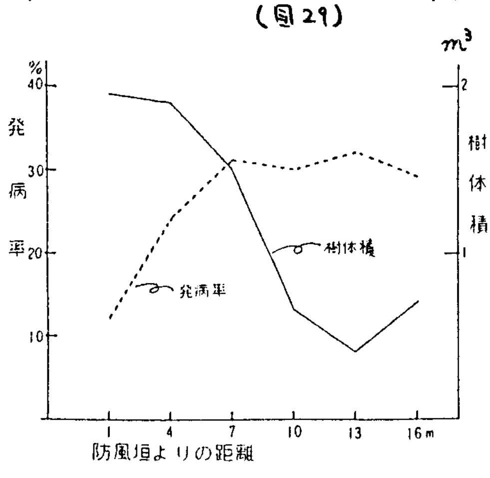


図29. 樹の発育およびかいよう病の発病に対する防風垣の影響（西場ら）

(12) その他：防音，防臭，防塵；防風林が効果的であり，道路では

防音防止に役立ち，大気汚染物質を吸着・沈着させる。盗難防止；果樹園などでは有効である。美観，精神的やすらぎ；防風林は環境保全の役目も果たすことが最近強調されている。

6）防風施設の配置法

防風林と防風網の配置を水田の例で示す（図30）。500m間隔で主防風林がある場合で防風林の前後以外では80m(40H)毎に配置する。

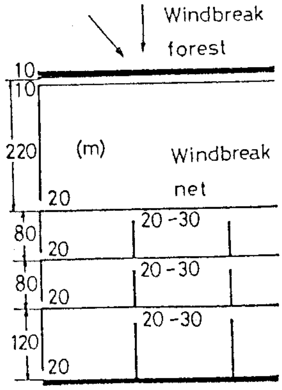


図30. 防風林防風網の配置（真木）

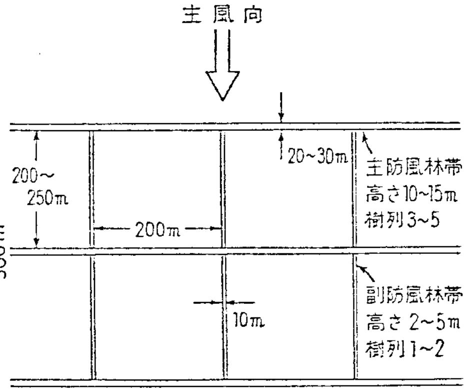


図 31. 防風林帯配置例（谷原図）

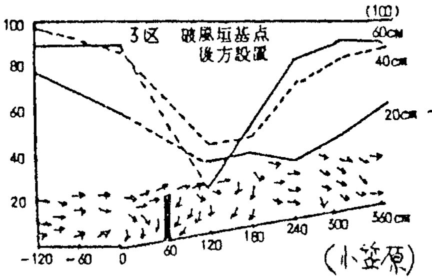


図32. 傾斜角度10度における防風垣の構造および設置位置と風速減殺効果

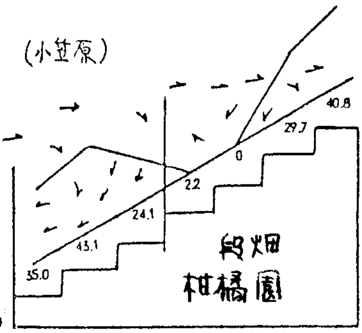


図33. 最良と予想される防風垣の位置

果樹では10〜15Hに配置するとよい。主風向がずれている時には袖防風施設を配置する。主（幹線，基幹）防風施設のみでは足りない場合には，補助防風施設を作る。副防風施設は主風向に対して平行方向に作る（図31）。

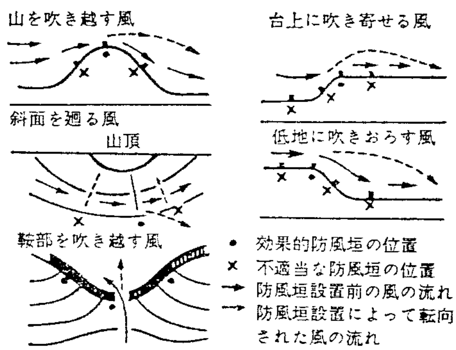


図 34. 各種地形におけるもっとも有効な防風垣の位置　（山本）

地形的には平坦地から傾斜部に少し入った所（図32・33），尾根筋の山頂部や鞍部，テラスの前端がよく（図34），傾斜地(20°)では防風施設の高さを水平に延ばした所まで毎に少なくとも配置

する必要がある（図33）。

7) 樹種，材料

防風林，防風垣の樹種は枝葉が密で地際から枝が出て生長が早く管理し易いものがよい。根が深く風に強く，病虫害に強いものでなければならない。各地の気候風土にあった樹種を選択する必要があり，その土地に生育しているものを選ぶと間違いはない。防風林・垣より花，果実，葉等の生産があがるものであれば防風と兼ねて有効である。

関東以北の防風林樹種：スギ，クロマツ，ヒノキ，サワラ，カラマツ，トドマツ，モミ，ヒバ，カシ類，ポプラ，イチョウ，ケヤキ，ヤチダモ，ニセアカシア等，防風垣にはウツギ，マサキ，タチバナモドキ，ムクゲ，チャ，クワ，ヒノキ，サザンカ等で，その内，特に高冷地，北海道ではカラマツ，トドマツ，モミ，イチイ，ポプラ，ケヤキ，ヤチダモ，ニセアカシア等である。

関東以南の防風林樹種：スギ，ヒノキ，クロマツ，アカマツ，サワラ，イヌマキ，クス，シイ，カシ類，アカシア類，サンゴジュ，ツバキ，サザンカ，イスノキ，モチノキ，ヤマモモ，ケヤキ，イチョウ，イヌツゲ，ビャクシン，マサキ，ムクゲ，タチバナモドキ，ウツギ，クワ，ネズミサシ，チャ，モクマオウ，ダンチク等である。簡易促成垣としては飼料作物などのテオシント，ソルゴー，トウモロコシ，ネピアグラス，ベチベル，サトウキビ，カヤ，ススキなどである。防風垣では，よしず，わら，むしろ，そだ，竹等が使われている。この垣の材料は北日本も同様である。

防風網には寒冷紗，ポリエチレンラッセル網，からみ織，格子織等の種々の網があり，密閉度，糸の太さ，幅等が異なるものが多種ある。

8）防風施設のマイナスの効果

防風施設には気象改良，環境保全等に有効であるが，効果のみをあまり強調し過ぎて失敗することがある。マイナスの影響を十分考慮しておく必要がある。根が畑地内に侵入するため養水分の競合が起こる。断根したり，溝を作り，根の侵入を防ぐ。つぶれ地の問題もある。日陰の問題では冬期，朝夕，特に防風林では問題である。普通は1～2H程度である。切れ目，端などの強風，低温化，作業能率の低下，病害虫のすみか（伝播の元）。投資の費用，維持管理費がかかるなどの欠点がある。

農業構造改善，農地開発などで農地を造成する場合に一面に裸地化して工事にかかる場合が多いが，防風林は一度伐採すると生育に長年月かかるので，できるだけ設計の段階で自然林，防風林を残すようにし，やむを得ず伐採する場合には，工事中においても防風林を速やかに栽植して強風，風食等に備える必要がある。また，作業能率，区画整理等の農業近代化に伴って防風林を伐採する話を耳にするが，できるだけ伐採しないようにするか，もし伐採してもそれに代る防風施設とか，新しく防風林を作るよう計画を立てる必要がある。

3．栽培的対策および応急対策

1）水稲・麦の風害対策

(1) 回避，分散栽培法：台風など風害の発生し易い時期を避けて栽培する方法である。品質，収量は幾分劣り，土地利用，労力問題もあるが，千葉県の水稲の早期栽培等で効果を上げている。また，被害の危険率の分散や労力配分の意味から時期をずらす方法もある。品種を変えることも考えられる。

(2) 耐風栽培，品種選定：被害常襲地では収量は多少劣っても短稈，茎稈の太い品種を選定する。過密植は避け，窒素過多にならないようカリ，ケイ酸質肥料を適当に与える。成熟期に近いものは早期収穫とか網かけをして脱粒を減少させる。

(3) 事後処理：倒伏したものは起こして日射透入や通風をよくし，養水分吸収増をはかる。穂発芽防止のため落水する。白葉枯病，イモチ，ウンカ等の病害虫防除を行う。

2）果樹の風害対策

(1) 事前対策：永年作物のため一度被害を受けると数年に渡り影響があるため，風害に強い樹種とか品種を選定する。潮風害に対しては落葉樹は針葉樹より強い。台木の強いもの，樹勢の強いもの，整枝，せん定を適当にして耐風性を持つように仕立てる。樹高を下げてやや密植にする。開園時には深耕し，有機質肥料を十分与える。日頃より樹勢旺盛に育てる。強風が予想される時には早期収穫，支柱立，仮設防風施設，網被覆，柵，棚の補強，落果，落葉，風擦防止剤を散布する。

寒風害では被覆法（コモ，寒冷紗かけ）がよく，直接被覆より間接被覆がよい。強風防止だけの目的では2～3cm目の粗い網を掛けると効果的である。多目的スプリンクラーも有効である。

（2）事後対策：風倒木は回復見込があれば早急に起こし，土寄，支柱立，灌水をし，根元に敷草などをして樹勢に応じた葉数にする。切口にはつぎろうをぬり，日焼防止をしたり，潮風害では水洗する。その他樹勢に応じた栽培対策を立てる。

防風施設，防風対策の国内および海外の最近20年間における研究成果については，日本農業気象学会農業気象災害部会発行の第1・2回「風害および防風施設」講演要旨集を参照されたい。

主な参考文献

1）新編農業気象ハンドブック編集委員会，1974：風害，農業気象ハンドブック，養賢堂，614～633.

2）農林省振興局研究部監修，1961：風害，農業気象ハンドブック，養賢堂，373～396.

3）日本農業気象学会編，1972：風害に強いハウスの構造，果樹園の効果的防風法，農業気象の実用技術，養賢堂，67～79，139～166.

4）日本農業気象学会農業気象災害研究部会，1982，1983：風害および防風施設（NO.1，2）講演要旨集，32P．36P.

5）真木太一，1979～1982：防風網に関する研究（1～7），農業気象，34，36，37，38，38，38，39，165～176，161～172，197～210，123～132，155～164，261～268，投稿中.

追加の図

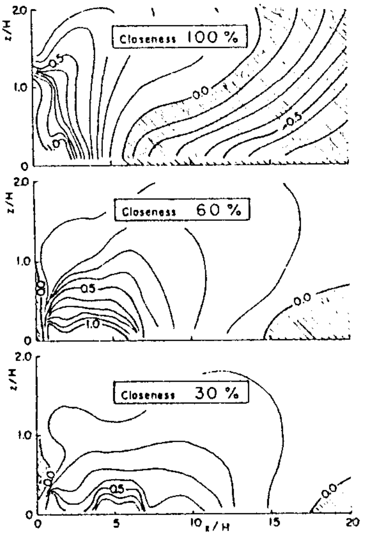


図 35. 防風垣風下の気温分布（単位 ℃）(高橋)
$CL_B = 100\%$

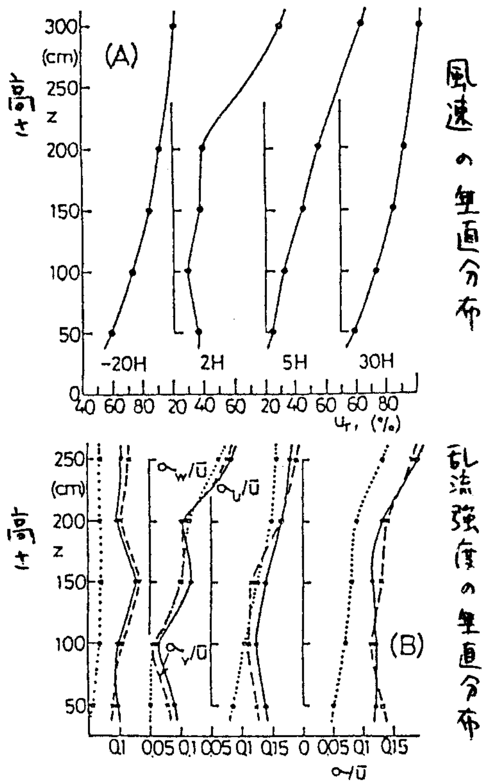


図 36. (A) 風速, (B) 乱流強度の垂直分布 (真木)

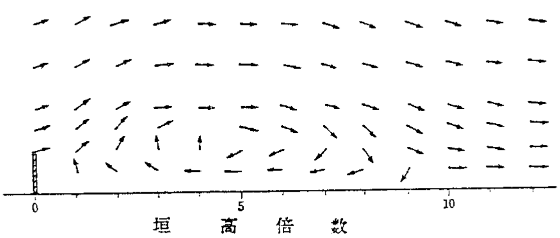


図 37. 防風垣背後の垂直断面風向分布（谷, 1958）

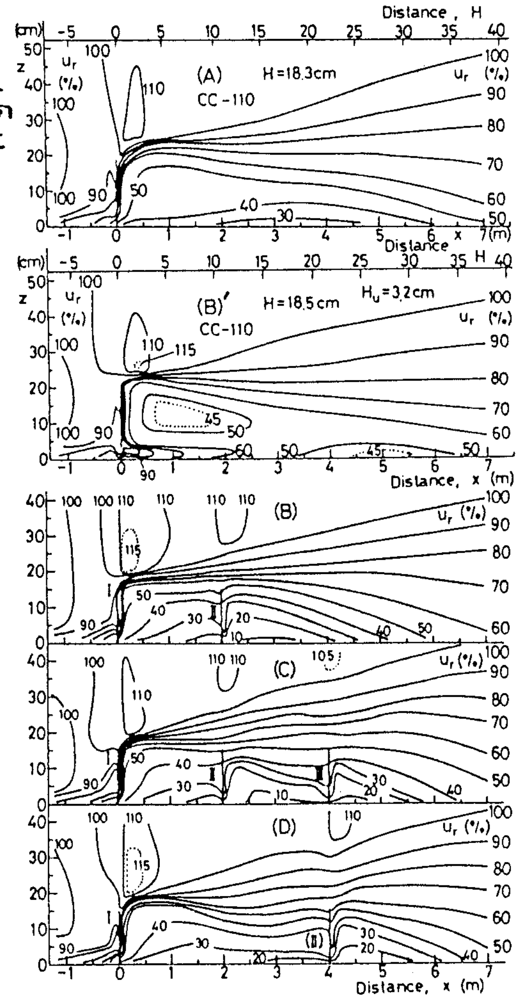


Fig. 38. Isopleths of relative wind speed (u_r) in the cases of (A); Net I, (B); Nets I and II, (C); Nets I, II and III, (D); Nets I and (II), wide net interval, for CC-110 at 200 rpm. (B)' 下空き (真木)

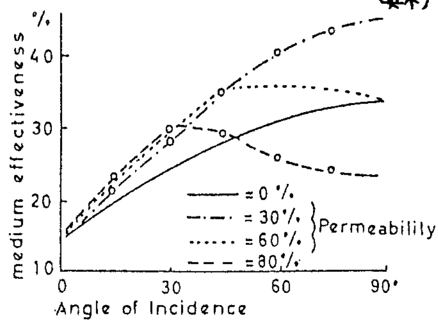


Fig. 39. Dependence of medium effectiveness from angle of incidence and degree of permeability.
(KONSTANTINOW, 1950)
∘ = Exper. values.

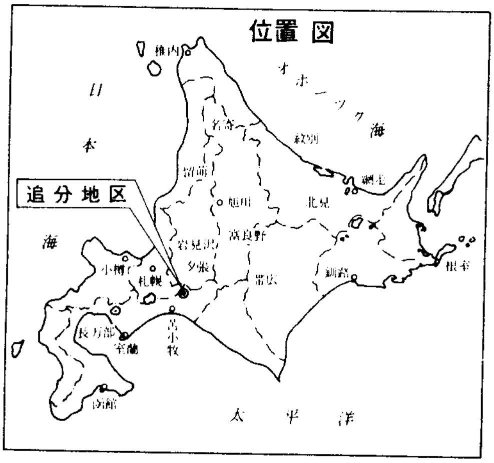
(以上)

追分地区の農地防災工事について

室蘭開発建設部　高橋信一

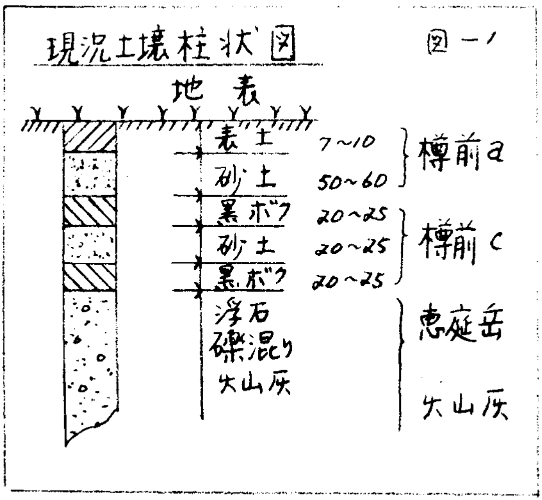
Ⅰはじめに

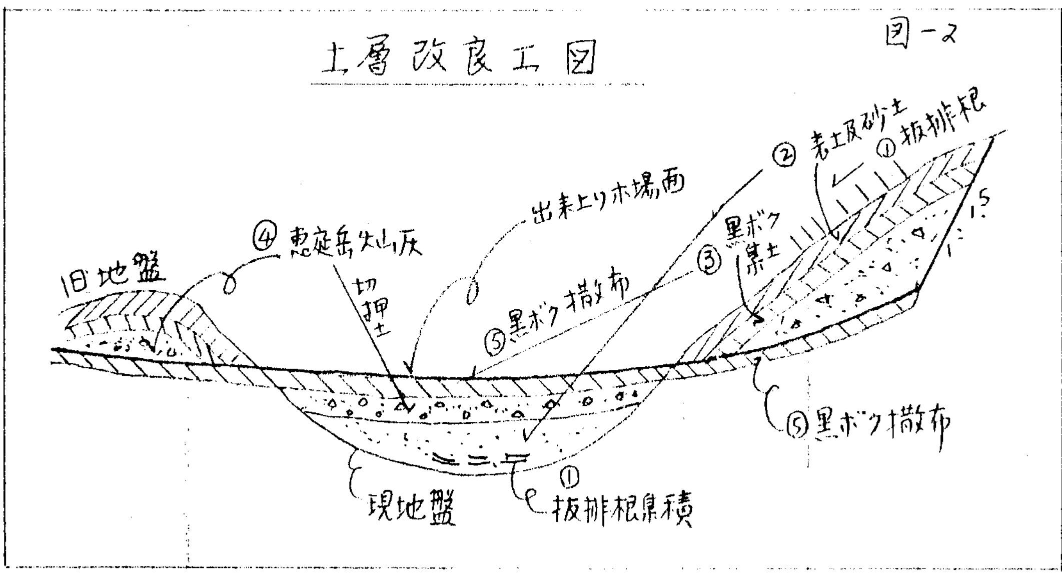
本地区は北海道勇払郡追分町にあって苫小牧市の北35Kmに位置する酪農体系を主体とした牧草畑の造成地である。気候は内陸型を示し年平均気温6℃農耕期16℃年降雨量1138mmと道内では比較的温暖多雨なところである。



地形は標高50〜120mの波状性丘陵地で火山灰地特有の複合傾斜をしており現況勾配0°〜30°を0°〜12°以下に造成している。土壌は上層から新期降灰の樽前系粗粒火山灰，沖積の恵庭岳火山灰（浮石礫で堆積堅密）層からなっているが上層の砂土は支持力が小さく農業機械の走行に支障がある．又客土（粘土）機械施工時の困難等から土層改良を行ってい

る，施工は砂土を沢や凹地に埋め，次に黒ボク土（腐植に富み粘土含有率約11%）を集土堆積したあと下層恵庭岳火山灰土を砂土の上に敷均して整地する，最後に集土してある黒ボク土を全面に撒布してトラフィカビリテイの改善を図っている，造成は一次と二次に分け2





ヶ年で施工している，昭和54年4月8日から9日の降雨と融雪水で，ガリーやホ場欠壊

等の融雪災害が発生した，本文はこれら災害復旧の施工事例について述べるものである。

II 被害状況

被害はガリーとホ場周辺盛土の欠壊によるもので概要は次のとおりである，

1. ガリー

1）ガリーの発生状況

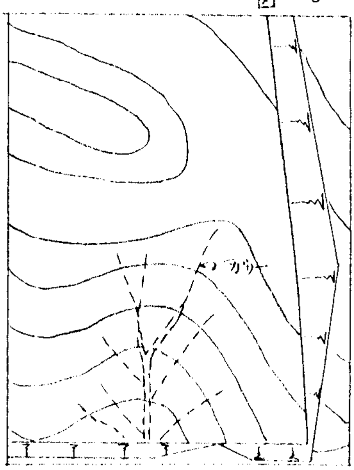
ガリーは融雪水や降雨等の地表水が凹地に集水して流れ徐々に流量と流速を増しながら土壌侵食を起し最初は小さな溝もその後次第に深くなって両壁面を崩壊しながら深さと幅を増大して上方へ進行している，地区の最大は深さ1、8m幅5、0mである。

2）各ホ場の状況

（1）Aホ場：ホ場中央には凹地が縦走し樹形状のガリーが発生している，太いガリーは途中で二股に分れ上方へ伸びている，ガリーの深さは1、0m幅5，0mで流亡土

Aホ場地形図

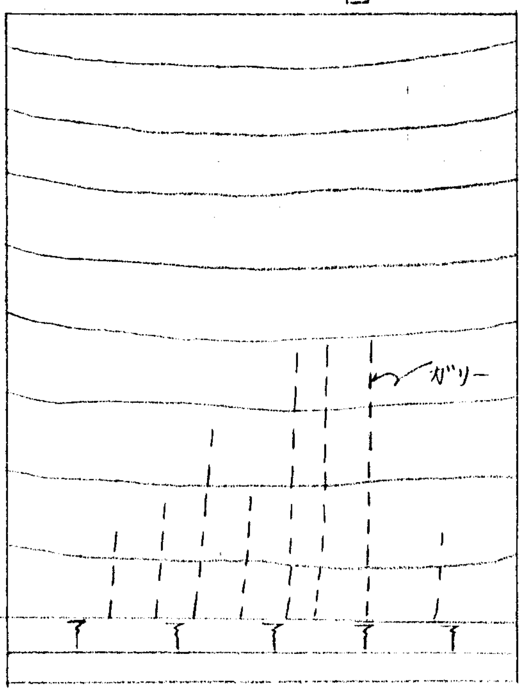
図－3



量は200 m³と大きく下流の排水路を埋没し周辺原野3000 m²に堆砂している，又発生ホ場の使用不能面積は5000 m²となっている．

ガリーによる被害その1　写真—1

B ホ場地形図　図—4



（2）B ホ場：傾斜方向は一定しているが急勾配（10°）でスロープが長いためガリーが数条やゝ平行に走っている，大きなガリーは見られず小ガリーである深さは0.4 m幅0.4 mで流亡土量は5

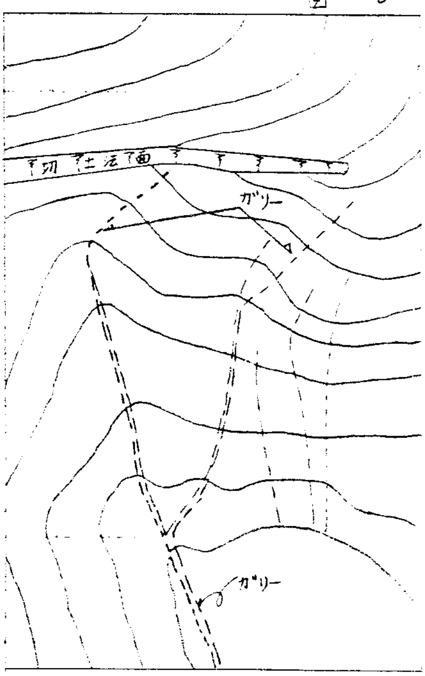
m³程度で隣接地の被害は軽微である，発生ホ場の使用不能面積は３２００m²になっている，

ガリーによる被害状況　表−１

項目＼ホ場	A	B	C
ガリーの長さ	140m	120m	300m
ガリーの最大深	1.0m	0.4m	1.8m
ガリーの最大幅	5.0m	0.4m	5.0m
発生ホ場の使用不能面積	5000m²	3200m²	6600m²
隣接ホ場の埋没面積	原野 3000m²	0	6000m²
排水路埋没による浸水等被害面積	原野 3,000m²	0	10,000m²
流亡土量	200m³	5m³	600m³

（３）Ｃホ場：ホ場中央には凹地が縦走しており又隣接ホ場から地表水が流入している、太いガリーが中央部の凹地に発生し途中で分岐して一方は隣接地の方向へ伸びている，この他小ガリーが３条やゝ平行に発生している，ガリーの深さは~~≒~~１、８m幅５，０mで流亡土量６００m³にもなり下流のホ場や排水路を埋没している，これら

Ｃホ場地形図　図−５



による隣接ホ場の堆砂被害面積は6000m²にも達し又排水路埋没による浸水被害は1haにもなっている，このほか発生ホ場の使用不能面積は6600m²である．

ガリーによる被害その2　　写真—2

2ホ場周辺盛土の欠壊

傾斜地に於ける下方の周縁部は地表水が低所に集水して流れるので盛土法面を侵食し逐次ホ場内に進行する，この度合は隣接地との段差が大きい程進行が早い，本地区に於ける被害ケ所は30ケ所に

法面侵食によ被害状況　　表—2

被害名称	被害面積
発生ホ場の使用不能面積	m² 900
隣接地の被害	林地 3,000m²

も及びその被害状況は表－２の通りである，

Ⅲ被害の原因

１被害誘因

本地域は冬期の寒さが厳しく，積雪６０cm，気温は－３０℃となり土壌の凍結は深さ４０cmまで達している，春の融解は３月気温の上昇と共に地表と凍結層の底面から始まる，表層の融解水は凍土によって地下浸透ができず３月末から４月初旬にかけて表土は過飽和状態となる．したがって地表水の侵食には極めて弱く危険な時期である．昭和54年４月４日秋田附近から三陸沖に低気圧が発達しながら通過して全道的に大雪となり，本地区では３３cmの雪が降り積雪６０cm（残雪２７cm）となった，この後４月８日から９日に前線を伴った低気圧が本道西岸を北上したため暖い南風と雨を伴い大荒れとなって３５mmの降雨と積雪３０cmの融雪水（降雨換算９０mm）をもたらした，総雨量は融雪を加えると１２０mmとなり１７年に１度の豪雨であった

、このため過飽和で膨軟な土壌は激しく侵食されガリーや欠壊の誘因となっている。

IV 復旧計画

災害ケ所は降雨のつど進行しており，また機械転落事故等の危険があって農作業上障害となり早期の復旧が必要であった。工法には恒久的なもの仮設的なものなどあるが被害状況から次のような工法とした。

イ、傾斜改良工：地表水を集水させずに全斜面から分散して流れるように地形を改良する

ロ、テラス工：テラスの間隔はガリーの発生状況から決めて，等高線沿いに設けスロープを短くして地表水の減少を計りガリーの発生を防ぐ、この場合テラスで受けた水はホ場の両側方向又は片側方向に緩い勾配で（1/100～1/200）導水してホ場外の林地に排水する，林地等の適地がない場合はパイプでホ場外の水路に排水する，

ハ、コンクリート水路工

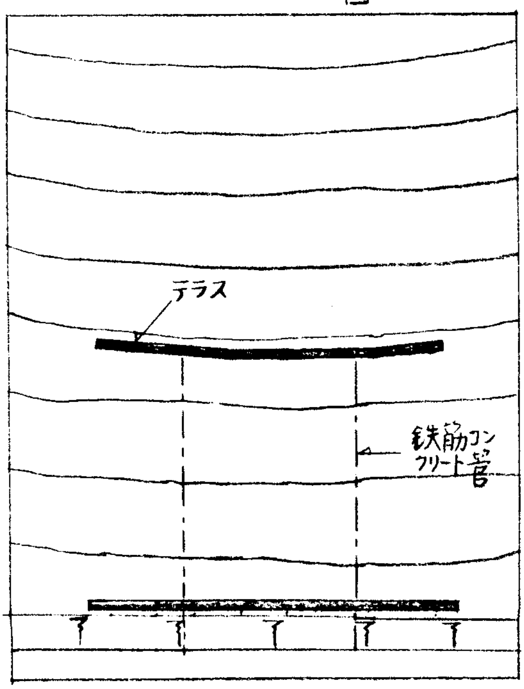
ニ、張芝水路工

Ⅴ工事の施工

1、Aホ場：ホ場周辺に土があり傾斜改良が容易である，又他の工法ではホ場面積を狭め農作業上支障となるため傾斜改良工法とした、施工は周辺の土で凹地を埋め最下流部に4mの盛土を行い現況ホ場勾配8°を6°に改良し傾斜方向を一定とした，

2、Bホ場：傾斜方向は一定しておりスロープが長くガリーがやゝ平行に発生しているのでテラス工法とした、

Bホ場地形図　図−6



（1）排水量の計算

計算は排水工指針による（日本道路協会）

イ、流出量

$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A =$ 0，03 m^3/s

C：流出係数（砂質土の芝生勾配7％以上〜0、2

I：流達時間内の降雨

強度 mm／h

A：集水面積（Km^2）：0，006

ロ，降雨強度

確率年 $n = 5$ 年とする，

60分雨量 $R_5 = 40$ mm

特性係数値 $\beta_5^{10} = 2，25$

特性係数式 $\beta_5 = \dfrac{90}{t + 30}$，

降雨強度 $I_5 = \dfrac{3600}{t + 30} = 90$

ハ，流達時間

$t = t_1 + t_2 = 10 + 0 = 10$ 分

t_1：流入時間（分）

$t_1 = \left\{ \dfrac{2}{3} \times 3，28 \times L \times \dfrac{n_d}{\sqrt{S}} \right\}^{0.467}$

$= 10$ 分

L：集水区域最遠点からの流路長（m）

～80m

S：集水区域の勾配 ～$\dfrac{9}{10}$（10°）

n_d：遅滞係数（牧草地～0、40）

t_2：流下時間，（分）～0

ニ，コンクリート管，径の決定

$$\frac{Q \cdot n}{I^{1/2} \times D^{8/3}} = \frac{0.03 \times 0.015}{\sqrt{\frac{9}{50}} \times 0.3^{8/3}}$$

Q：流量（m^3／s）

n：粗度係数（0，015）

I：勾配，$\frac{9}{50}$

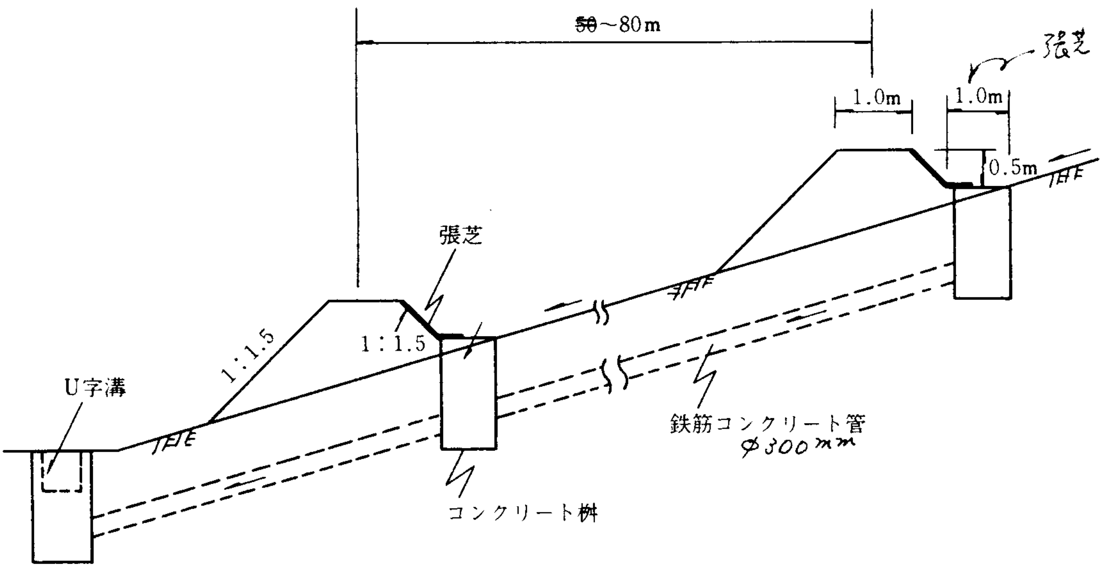
D：管径 0，3 m

$\frac{h}{D}$＝0，198

h＝0，3×0，198＝0，06 m

故にコンクリート管の最小径を 0、3 m として これに決定した。

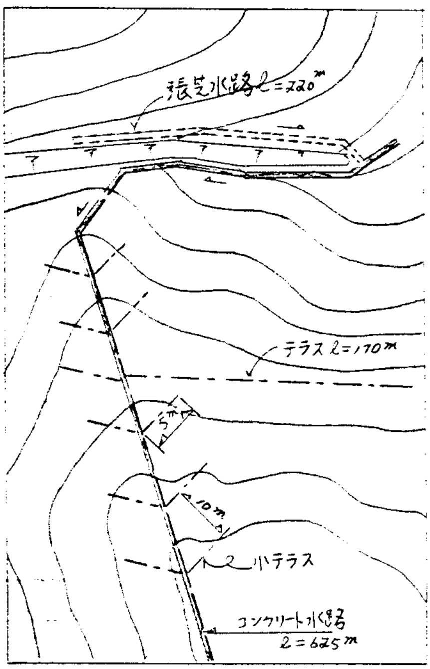
テラス工図　　図－7



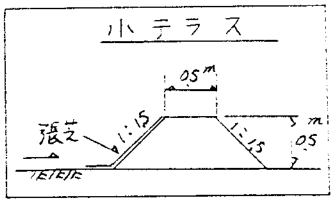
テラス　　　　　写真—3

3　C圃場：圃場は大きく隣接圃場からの流入があるので水路工法とし，又小ガリーが発生している个所にはテラスを設けコンクリート水路との組合せ工法とした，

施工図　　　図—8



図—9



（1）コンクリート水路断面計算

排水工指針（日本道路協会）による．

イ、流出量

$Q=\frac{1}{3.6}\times C\times I\times A=0.68\,m^3/s$

C：流出係数（砂質土の芝生，勾配7％以上～0、2

I：流達時間内の降雨強度（mm／h）：72mm

A：集水面積（Km^2）～0.17Km^2

ロ：降雨強度$=\frac{3600}{t+30}=72\,mm$

確率年n：5年とする．

60分雨量R_5：40mm

特性係数値$\beta_5^{10}=2,25$

特性係数式$\beta_5=\frac{90}{t+30}$

降雨強度式$I_5=\frac{3600}{t+30}$

ハ，流達時間

$t=t_1+t_2=18+2=20$分

t_1：流入時間（分）

$t_1=\left\{\frac{2}{3}\times 3,28\times L\times\frac{nd}{\sqrt{S}}\right\}^{0.467}=18$分

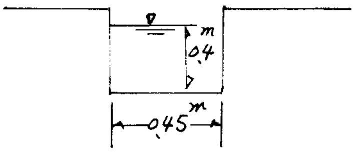
L：集水区域最遠点からの流路長（m）～

２００ｍ

S：集水区域の勾配～$\frac{14}{100}$（８°）

n_a：遅滞係数（牧草地～０，４０）

t_2：流下時間



U字型コンクリート水路

$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} = 4.0\ m/s$

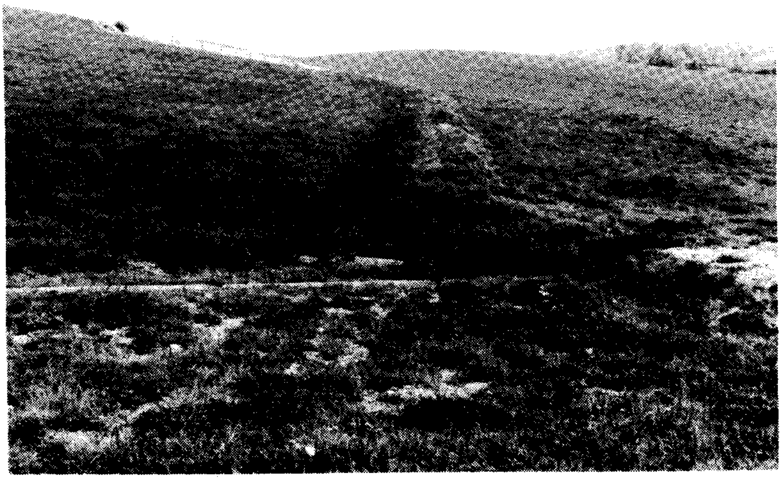
$A = 0.18\ m^2$

$R^{\frac{2}{3}} = 0.27\ m$

$I^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1}{20}\right)^{\frac{1}{2}}$

コンクリート水路と小テラス，　写真－４

コンクリート水路とテラスの組合せ
写真－5



$n = 0，015$

流下距離450m，$t_2 = \frac{450^m}{40^{m/s}} = 2$分，故にコンクリート水路は450mmのU字型コンクリートに決定した，

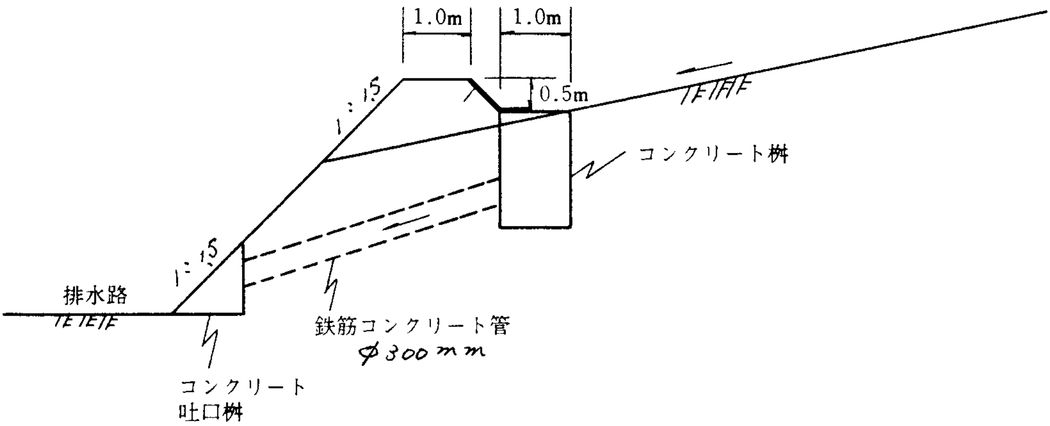
4、ホ場周辺盛土の欠壊ケ所

ホ場周辺盛土部テラス，その1　写真－6

テラスで集水してパイプ排水とした、コンクリート管径は0、3mとした、

ホ場周辺盛土部テラス,その2　写真－7

盛土法面保護工図　図－10



VI むすび

本地区に於ける防災施設費は約８０００万円で造成費の１６％を占めている．これからの造成地は地形条件の厳しい場所が多く防災

施設の必要度が益々高くなることゝ思われる、したがって施設の維持管理は極めて重要であり日頃の管理によって小さい内に補修を行うことが大事である。折角の施設が管理の悪さで大きな災害となり造成地の荒廃を招く原因とならないよう充分な指導が必要であると思われます。

草地造成防災工法 技術指針について

農用地開発公団　高橋新宣

農用地開発公団は畜産局から委託を受けて54年から57年まで草地造成地区の施工実態調査を行い、草地造成工事の防災について関係技術者の参考になるような事項を報告書にとりまとめた。報告書の内容は未だ種々問題点を含み懸案になっているため、調査の目標とした「技術指針」の作成には至らず、「指針」作成のための素材に止まったが、これを基に「指針」の成案を見るため関係者各位の協力が望まれる。以下調査結果の中から工事実施の現場が防災に関して直面している設計、施工上の問題をいくつか紹介し、今後の事業実施の参考に供したい。

1．排水施設の設計諸元について

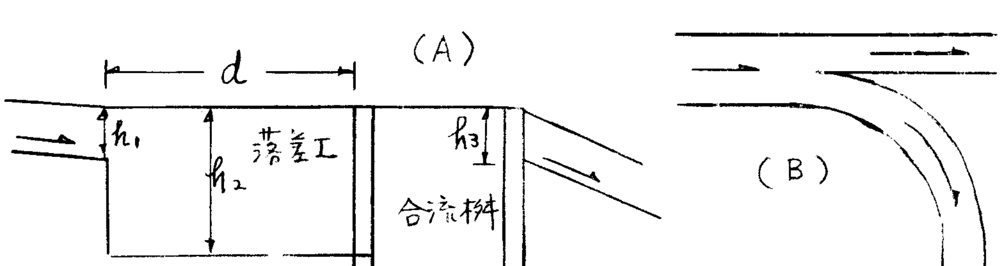
(1) 設計雨量強度

草地開発区域内排水施設のピーク流量は合理式を用いて到達時間内の5年又は10年確率雨量強度を求める事になっている。到達時間は実測データにより算定する事が望ましいが一般に困難であるから角屋・福島の式又はカーベイの式を用いて算定することになるのであるが、開発区域の現況が指定保安林、国有林その他の林地であれば、林野庁が「開発行為の許可基準」で定めている方法により、生起確率は1率10年とし、到達時間は流域面積に応じて50 ha以下は10分、100 ha以下は20分、500 ha以下は30分と言う値をとり、

短時間降雨強度式（タルボット，久野・石黒型の式）を用いて算出することになる実態があり、他の基準で計算したものと差異が生ずる問題がある。安全性と経済性を両立させる、より合理的な統一基準の制定が望まれる。

（2）水路の余裕高と合流工

一般に水路の余裕高は基準により流速に対する経験式から求めるが、草地造成区域の集水路は、配置の関係でどうしても急流工になりやすい事と、草地面造成後草生被覆が完了するまでの間、裸地状態で豪雨を受けると、異常な流出水と堆砂が出るため水路から、特に屈曲部、合流部、暗渠呑口部等から溢水が起き、これが草地面や法面の侵食のきっかけになる事がある。これを防止するためには、水路の配置や勾配に配慮するほか、工事中の異常事態についても対処できるよう勘案した余裕高（経験等に基づく、水路高や流量に対する安全率又は副断面水路）を設けること、水路のカーブや合流点に特別な工夫をする事が必要である。図−1. は合流工の跳水、溢水防止のため工夫した例である。



d > 跳水長
h_1 > 射流水深
h_2 > 跳水深
d > 跳水長

（図.1.）射流合流工の例

(3) 砂防施設の堆砂量

これは、林地開発の場合林野庁の「開発行為の許可基準」及び指導により、裸地・荒廃地で200～400 m^3/年・ha，皆伐跡地草地で15 m^3/年・ha，択伐跡地で2 m^3/年・ha，普通の林地で1 m^3/年・ha，道路等(巾3.6m 1Km当り) 5 m^3/年・haと言う基準値により算定することが要求される。裸地とみなされる草地造成区域の施工期間は最低4ケ月、道路工事の場合6ケ月以上、堆砂年数は人家、公共施設が近くにある場合5年以上、その他の場合3年以上とすることになっているが、種々の調査研究結果が示しているとおり、流亡土砂量は土壌、地表の状態、勾配、傾斜長、降雨強度 等によって変動するものであるから、上記の方法はあくまでも全ての場合の安全を見込んだ平均値を出すものであり、結果は目安であると考えられるが、この方法により設計した砂防施設が何回も浚渫を要した場合と、何年経っても堆砂しない場合があること、砂防施設が工事費に占める比率が大きい事を考えるとき、もっと各種の実情に則した、キメ細かい堆砂量推定の基準ができる事を望むものである。草地内 は外周に設ける沈砂池、土砂かん止林、排根線、土留柵工 などによる有効堆砂量を、設計上どう考えれば良いかと言う事も今後検討すべき課題であろう。

農用地開発公団も砂防施設の堆砂量の実績値の実態調査をするよう要望されている。 草地区域内の沈砂池は主として工事中の土砂流亡を喰い止める有効手段であり、工事中に埋った場合には

浚渫が必要である。浚渫した土は表土であったので草地に還元することが望ましいが、堆砂が殆ど砂である場合は地区外に搬出せざるを得ない実態がある。

2. 草地面工

(1) 草生の早期確保

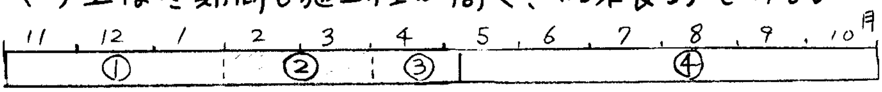
農用地の侵食防止のため先ず第1に考慮すべきものに、農法的手段による受食性の改善があるが、草地造成工事に関しては、牧草による地表面の被覆を早期に確保して裸地状態の期間を短縮することが全てに優先して有効である。これは、牧草地を他の畑地（コムギ、バレイショ、カンショ、トウモロコシ、ダイズ　等）や裸地と比較すると、侵食量が畑地の1/30～1/100、裸地の1/140であると言う実測に基づく資料がある事からも明らかである（農業及び園芸第57巻第9号、1982種田行男氏）。このため適正な播種時期に合せて草地造成の工事行程を計画し、実施することが望ましい。工事開始の年度など、造成の工期に制約を受け、基盤造成の完了時期が播種期を逸する場合や、春播きの草地で梅雨の被害を受け、秋の播種期前に台風の影響を受けると予想されるような地域の場合には、草地の一部又は全部が裸地の状態で豪雨を受けることになるので、大きな侵食の被害を蒙る事がある。このような場合は、防災上好ましい草種を選択して早期先行播種し、危険を回避する対策が有効である。これを「防災播種」と呼んでおり、これに適する草種として（急速緑化に向く）イタリアンライグラスが広く用いられ、ローズグラス、ヒメシバ、ヤハズソウ、ナタネ、カラシナ、ヒエ、ソバ、アワ、ユキビからも選ぶ

(2) 工期の調整

改良山成工で大量の土を切盛する場合、特にシラス、マサ等侵食を受けやすい土壌地帯においては、危険降雨の集中する梅雨期や台風の襲来する時期に基盤造成の最盛期が当たらないように施工計画を立てる必要がある。

(実施例 1)

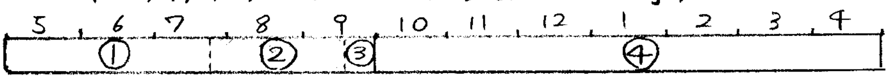
茨城県北部のマサ土地帯では冬期間に基盤造成を集中させている。マサ土は冬期間も施工性が高く、結果良好である。



① -- 抜排根、1部基盤造成
② -- 本格的な基盤造成、整地
③ -- 2次造成(耕起、砕土、土壌改良、播種)
④ -- その他の工事施工

(実施例 2)

九州地方では秋播きを原則としており、9月下旬の播種時期に合わせ、梅雨明けに本格的な基盤造成を行うことにしている。



① --- 抜排根、1部基盤造成
② --- 本格的な基盤造成、整地
③ --- 2次造成(耕起砕土、土壌改良、播種)
④ --- その他の工事施工

(3) 改良山成工の草地面造成勾配

改良山成工の計画勾配は、草地面が8°以下であることが望ましいとされているだけで、特に基準等の規制はないが、草地面の流去水の流速を緩和し、侵食を軽減するにはどの程度の勾配で計画

すれば安全であるかは、各種条件により変動が大きいが、農用地の土砂流亡量に関する実測や研究に共通しているのは、勾配が土砂流亡量を左右する因子であり、勾配を増すと、6度ぐらいから急激に流亡量が増加することである。阿武隈山系のマサ土地帯、鹿児島県大隅のシラス土壌地帯で改良山成工を実施した事例は、殆どが5°から6°以下に造成している。これらの地域においては、草地面が特に侵食を受けやすいため、上限勾配に留意しないと、排水施設や防災施設によって侵食防止できる限度を越え、草地が完全に荒廃してしまう恐れがある。このような場合は、近傍類似地区の実施例等を参考にして、また勾配を緩くすることによる工事費の増と、防災による効果について比較検討を行い、造成計画を立てる必要がある。

造成勾配の上限について調査した結果は表−1のとおりである。

（表、1）造成勾配の調査結果

土質		造成勾配	地区数
普通土	粘質土	6°以下	5
		8° 〃	2
	砂質土	6° 〃	4
		8° 〃	3
特殊土壌	シラス	5° 〃	2
		6° 〃	1
	マサ土	5° 〃	5
		6° 〃	2
	ヤージ等	6° 〃	2
	レキ質土	2° 〃	1
	その他	8° 〃	1

草地面の勾配緩和と工事費の増に関連して、草地面の段数（テラ

ス数）を１つにするか複数にするかの選択の問題がある。防災上の見地から見れば巾広テラスの形をとって等高線沿いに長い複数の段を設けることは、より勾配の緩かな、傾斜長の短い草地面とすることができて好ましく、造成費も１枚に造成するより段数が増えるほど安くできる。しかし、その場合考慮しなければならないのは、圃場区画の巾が狭くて一定しないため、機械化営農に不利になること、各圃場への管理機械搬出入のための道路取付けを計画しなければならないこと、排水施設が増加すること等である。

（4） 承水路間隔

承水路間隔は、降雨強度、土質、地被の状態によって判断するものであるが、現地で経験的に採用している間隔は、標高差4mごとに設置するもので、次式のとおりであり、集約すると表－2のとおりである。

$$B = 4 \cot \alpha$$

B：承水路間の水平距離
α：造成勾配

（表－2） 承水路の間隔（水平距離、m）

造成勾配＼土質	特殊土壌	普通土
0°～5°	30～40	40～60
6°～12°	20～30	30～40

注）特殊土壌 ＝ シラス、マサ土、国頭マージ等
普通土 ＝ 砂質土、粘質土、黒ボク等

これは、標準的な承水路の間隔の範囲を示すものである。

3. 法面工

(1) 盛土法面の安定

盛土法面の崩壊を防止するため何より必要な事は、表流水による侵食を防止することを別にすれば、法面付近 盛土の締め固めと、盛土の含水量増加の防止であると考えられる。法面の高さが標準を越え、盛土が含水粘土や透水性で水を含むと弱くなるシルト等である場合には、法面の安全性を判定する目安として、円弧すべり面を仮定して行う計算法が行われる。条件が揃えば電算機により簡単に計算できるが、この方法を適用しようとするとき困ることがある。

① 透水性の土を盛土した場合、法面の内部に地下水面が形成されると考えた場合、地下水面の位置（高さ、曲線の方向）をどう仮定すれば良いか

② 想定すべり面のうち、臨界円にほぼ近いもの（中心、半径）を、合理的に最初から仮定する方法はないか

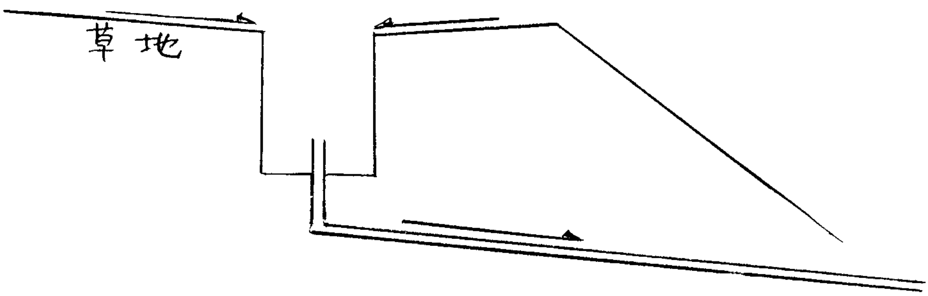
であり、是非御教示願いたい。（何れも現場で実用的な方法が要望されている）

(2) 法肩排水の特例

草地面は表流水を減じ、保水力を高めるため浸透を促進する工法、例えばリッパー、パンブレーカーによる深耕が土壌侵食防止に有効である。特に重粘土地帯のように不透水性の土層が広く分布している地域の造成には、草の生育条件を改善することになり好ましい。

しかし、草地面の外周部、盛土法肩付近を透水性にすることは、

草地面から表流水を法面の内部に浸透させ、法面崩壊を起させる原因を作ることになるので避けなければならない。特に透水性の土で高い盛土法面を作った場合は、法肩承水路のライニングのみでは草地面から地下に浸透する水で法面が安定せず、法肩の手前で表流水を捕捉した図―2のような事例がある。この場合集水路を法面に出して開渠として法面に沿わせると、溢水により法面の洗堀が起きやすいので、図のような落差工型の流入工と暗渠管により表流水を排除した。問題は工事費の増大と、暗渠管が堆砂しないよう（又は掃除できるよう）な配慮を要することである。



（図、2）マサ土地帯法肩（草地面）排水の例

（3）法面植生維持の問題

植生工による植物が数年間繁茂し、その間に蓄積した腐植が微生物によって分解され、自然に養分が供給されるようになればその後植生の存続する条件が整うことになるが、養分の不足する切土法面に植生工を実施した結果2～3年で植物の衰退、裸地化が起きる事がある。このように草の生育条件が極端に悪い場合には、表面に客土する方法や、在来の肥料牧草などを混播する方

法又は草地の管理と併せて法面にも尿散布を行うことにより裸地化を防止できるが、何れも一般的でなく、その対策は今後の課題である。

霜柱、凍上が発生するような寒冷地では、施工後3～4年後に導入植生の一時衰退時に表層が滑落する事がある。これを防止して永続的に植物群落を法面上に定着させるためには、金網張り工が有効である。

以上、思いつくまま工事実施に当たる者の立場で、具体的に当面する問題について述べさせていただいたが、これらの問題について関係各位の御理解と御指導をお願いしてこの講を終る。

タイ国の焼畑農業における土壌保全について

京都大学農学部　　高　橋　　　強

焼畑農業とは、森林を伐採、焼却後そこに極めて原始的、粗放的な作物栽培を行い、自然の土壌肥沃度が減退してくると、その土地を放棄して新しい土地へ移るという農業形態であり、これまで熱帯・亜熱帯地方の多くの国々で広く営まれてきた。

ところが、第二次大戦後これらの国々では人口が急増し、食糧増産の必要性に迫られて必然的に焼畑面積が増加した結果、森林面積が著しく減少した。例えばタイ国においても、1959年には全国土面積の58%が森林面積であったものが、20年後には25%にまで減少したといわれている。このような森林面積の減少は流域の土壌流亡を助長するばかりでなく、水資源や森林資源の荒廃を引き起こすことになる。従ってこれらの国々では国土保全の立場からも民生安定の立場からも常畑化への気運が高まってきている。

しかしながらこれらの熱帯モンスーン地域で安定的な畑作を維持していくためには多くの問題が残されている。例えば、病虫害の被害を受けやすいこと、雑草の繁茂が著しいこと等があげられるが、その中でも特に、焼畑の多くはほとんどが肥沃度の低い急傾斜地に位置しているところから、土壌侵食による表土の流亡が安定した畑作経営を困難にしている大きな要因といわれている。

ところが、焼畑がこれまで長い歴史にわたって永々として営まれてきた背景には、それぞれの時代、それぞれの地域の実情に合ったそれなりの合理性があったからであろう。常畑化に当たってはこのような焼畑のもつ合理性を見つけ出し、その利点を応用することも必要であろう。

以上のような観点から本調査研究では、焼畑とその常畑化過程に伴う降雨の流出や土壌侵食の実態並びに土壌物理性の変化を明らかにするとともに、熱帯モンスーン地域における安定的な畑作経営のための土壌保全対策の問題点を検討することを目的として現地試験を行ったものである。なお、本研究は文部省科学研究費（海外学術調査）による「熱帯モンスーン地域における焼畑とその常畑化過程における農地生態学的研究」の一部であることを付記しておく。

1. 試験地の概要及び試験方法

試験地はタイ国東北部のコンケン市の西方約140kmに位置するプロムダムに隣接している標高約800mのコンケン大学所有林内に設定した。即ち、1979年12月に伐採、翌1980年1月に焼却後傾斜が約15度の斜面にFig. 1に示すように幅5m，斜面長35mのプロット4連を設置したもので、それぞれ焼畑区（A），常畑区（B），裸地区（C）及び森林区（D）とした。それぞれのプロットの下流端には幅1m，長さ5m，深さ0.8mの沛砂槽を設け、流亡土

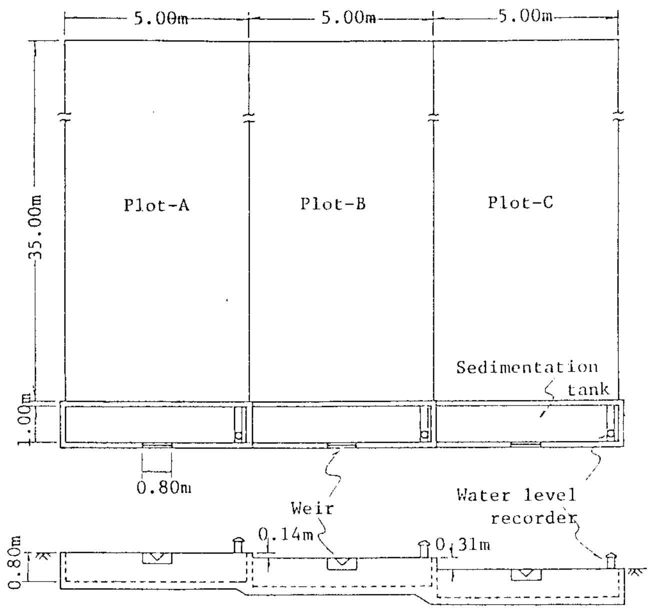


Fig. 1 General figure of the experimental plots, A, B and C.

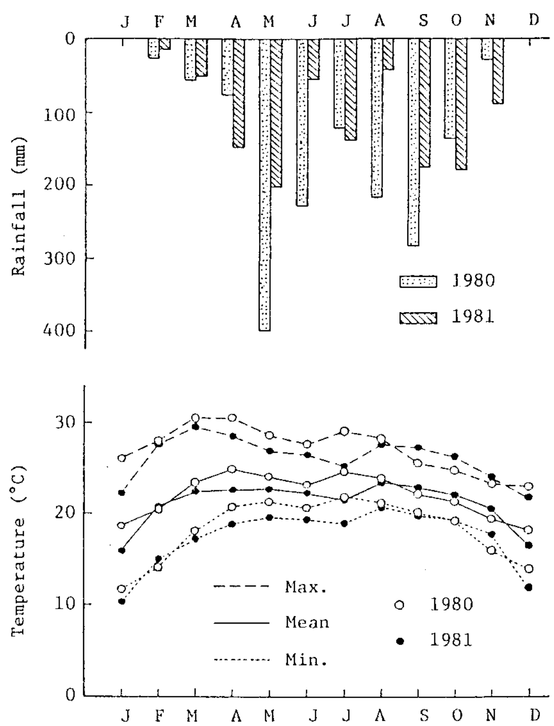


Fig. 2 Meteorological circumstances at the experimental site.

砂量を測定するとともに、これに三角ゼキと自記水位計を取り付けて流出水量を測定できるようにした。

プロット内の土壌は粘土含量が20～25％でLiC～CLに属しているが、団粒化が著しく、90％以上が0.02mm以上の耐水性団粒となっている。しかしながら表土は浅く、15cm以深ではレキ分が多くなっている。仮比重は伐採、焼却後は森林区に比べて若干増加し、特に裸地区ではその後も経年的に次第に増加する傾向がうかがわれた。

2. 降雨の流出状況

まず裸地区（C）からの流出特性をみるために、降雨ごとのピーク流出量 q_p と最大10分間雨量 i_p の関係を図示するとFig. 3のとおりとなる。斜面長35mの斜面の雨水流下時間は3～4分程度であると推定されるところから、最大10分間雨量 i_p との間にはかなりのバラツキがみられるが、Fig. 3から、ほぼ i_p =3mm/10分で流出が始まり、それ以上では i_p に比例して増加する傾向があることがうかがわれる。そこで、10分間雨量3mm以上の雨 R_3 を流出に関与する危険雨量とみなし、これと総流出水量Qの関係をプロットするとFig. 4のとおりとなり、Qと R_3 の間には非常に高い相関関係があることが示された。

次に各プロットからの流出状況を比較するために、1980年のピーク流出量 q_p と流出率 r の推移をFig. 5に示した。焼畑区（A

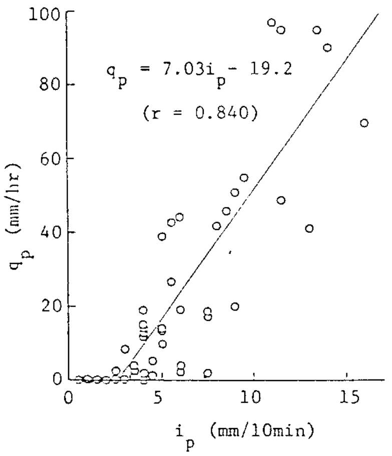


Fig. 3 Peak discharge(q_p) and max. rainfall intensity per 10 minutes (i_p) at the plot-C.

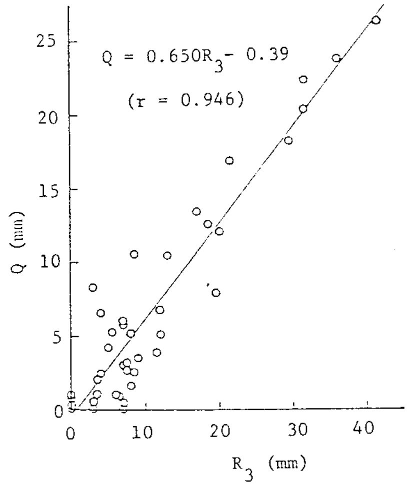


Fig. 4 Total amount of run-off(Q) and critical rainfall heigher than 3mm/10min(R_3) at the plot-C.

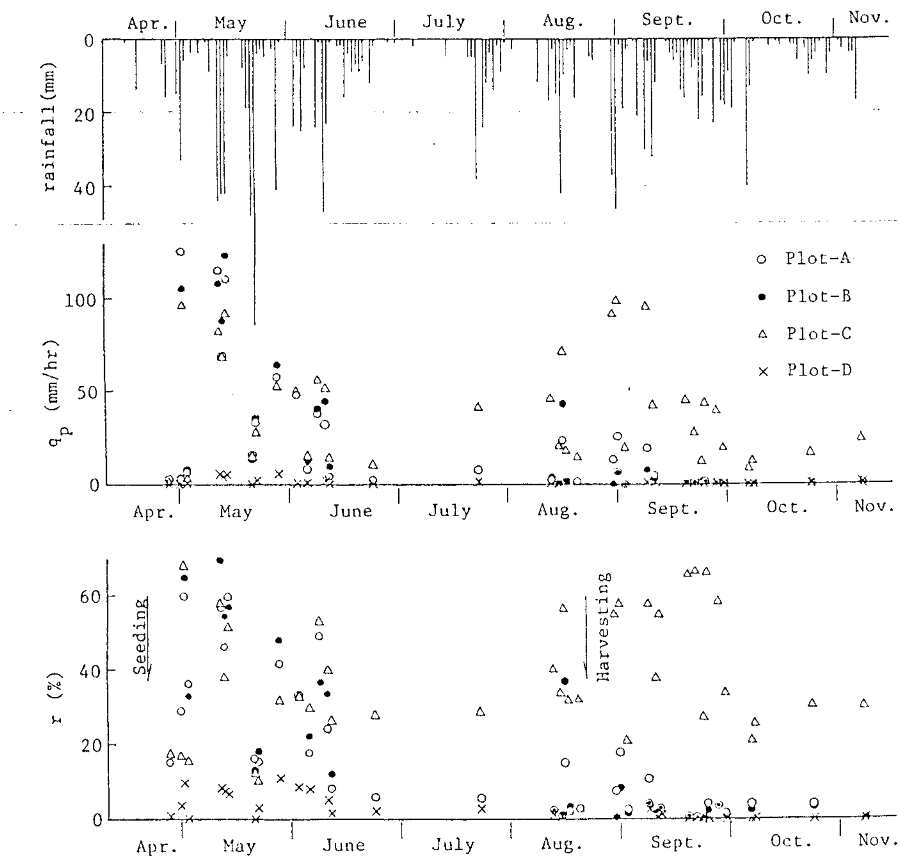


Fig. 5 Seasonal changes of peak discharge(q_p) and run-off coefficient (r) from the four plots in 1980.

)，常畑区（Ｂ）では播種直後は裸地区（Ｃ）と大差ない流出状況を示しているが、トウモロコシの生育に伴って6回以降は q_p，r とも裸地区に比べて次第に小さくなっている。特に収穫後は雑草の繁茂の影響もあって著しく減少し、森林区のそれに近づいていることが特徴であろう。1981年の流出状況もほぼ同様の傾向を示していた。

3．土壌流亡量

1980，1981年の2年間にわたる土壌流亡量の測定結果をTable 1に示すが、前述したような流出状況を反映して流亡土砂量にも季節的に大きな変化がみられる。即ち、Fig.6はＥＩ値（降雨の運動エネルギーと最大60分間雨量の積）の積算値と流亡土砂量の関係を示したものであるが、裸地区ではほぼＥＩ値に比例して直線的に流亡土砂量が増加しているのに対して、焼畑区，常畑区では播種直後は裸地区と同程度か、あるいはそれ以上であったのに対し、それ以後の増加はわずかである。特にトウモロコシの収穫後は雑草の繁茂が著しく、土壌の流亡はほとんどみられていない。

1981年になるといずれのプロットとも流亡土砂量は極端に減少し、裸地区においても1/6程度となっている。これは雨滴の衝撃力により地表面が堅くなり流亡しにくくなったこと、及び樹木や雑草の根が露出されて土壌の流亡が抑制されてきたことなどによるものと思われる。

2年間にわたる全流亡土砂量をみると、裸地区（C）144 ton/ha，森林区（D）6 ton/haであったのに対し、焼畑区（A）で76 ton/ha，常畑区（B）で91 ton/haとかなり大きな値を示していた。しかもそれらの大部分は開畑初年目の播種直後の1ヶ月間ほどに集中して生じており、土壌厚さにして6～7mmにも達するほどであった。

4．降雨特性

降雨の流出及び土壌の流亡に最も関係の深い降雨特性について検討するために、一降雨ごとの降雨量と3mm/10分以上の危険降雨量R_3との関係をプロットするとFig.7のとおりとなり、降雨量の大部分が流出に関与する危険降雨であることがわかる。また、Fig.8は60分間最大降雨強度I_pとR_3の関係を図示したものであるがI_pとR_3はほとんど相等しいことがわかる。即ち、降雨があればその大部分は流出を生ずる危険降雨であり、それらは1時間程度の間に降る強度の大きい熱帯性の雨であるということができよう。

次に降雨の季節的分布をみるために、危険降雨量R_3とその降雨日数の月別分布を示したのがFig.9であり、また降雨の運動エネルギーE_kとEI値の月別分布をFig.10に示す。いずれの降雨特性をみても、5月，6月と8月，9月に集中していることがわかる。8月，9月は収穫後で雑草の繁茂も著しいために土壌の流亡はあまり問題とならないが、5月，6月は播種直後で地被も不十分なために土壌の流亡には最も危険な時期に相当する。Table 1

に示した流亡土砂量もほとんどがこの時期に集中しているので、この時期の保全対策が重要であるといえる。

Table 1 The amount of soil loss (m^3/ha)

Period	Total rainfall (mm)	Plot-A	Plot-B	Plot-C	Plot-D
1980					
Feb. 1 - May 14	350	71.4	84.6	67.0	2.2
- May 29	209	4.8	5.4	8.3	1.8
- June 13	158	8.3	5.4	17.3	0.0
- July 26	166	1.1	9.8	10.1	0.0
- Aug. 25	162	1.0	0.5	9.1	0.0
- Sept. 9	163	0.0	1.0	21.1	0.0
- Oct. 17	285	1.0	0.3	12.9	0.7
- Nov. 6	49	0.0	0.0	8.5	0.0
Total	1542	87.6	107.0	154.3	4.7
1981					
Feb.25 - May 27	409	2.3	2.0	6.0	1.0
- June 28	64	0.9	0.6	0.9	0.1
- July 15	73	2.3	0.9	1.1	0.9
- Aug. 20	93	1.1	2.0	3.1	0.9
- Sept.19	100	0.3	0.6	0.6	0.0
- Oct. 10	138	0.0	0.3	11.1	0.0
- Nov. 2	132	0.0	0.0	3.1	0.0
Total	1009	6.9	6.4	25.9	2.9

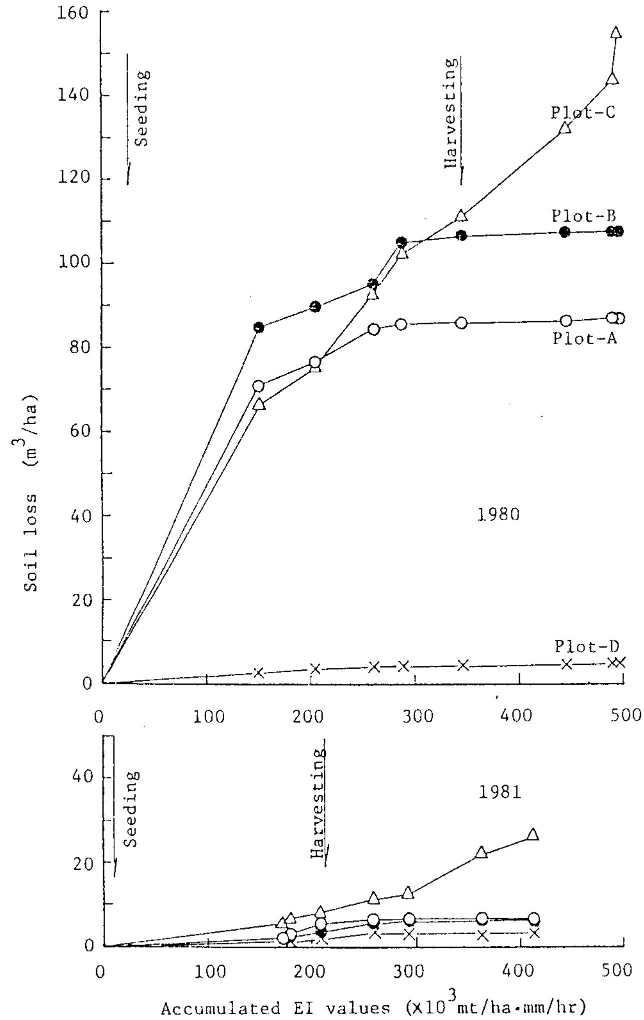


Fig. 6 Accumulated EI values and amount of soil loss from the four plots in 1980 and 1981.

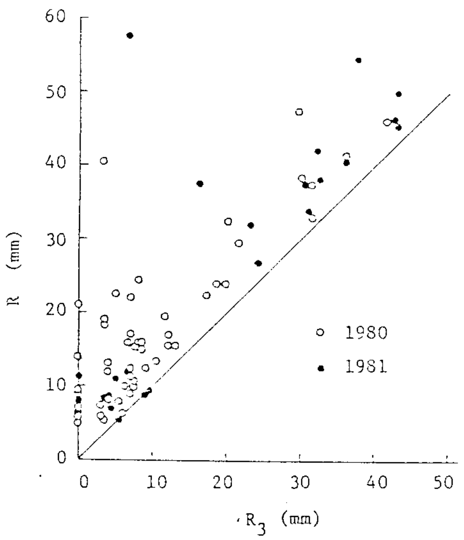


Fig. 7 Total rainfall(R) and critical rainfall heigher than 3mm/10min (R_3).

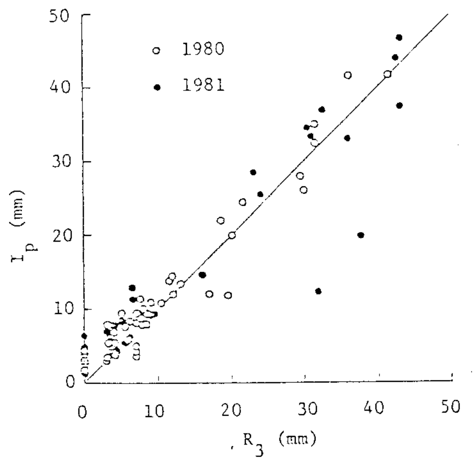


Fig. 8 Maximum rainfall intensity per 60 minutes(I_p) and critical rainfall heigher than 3mm/10min (R_3).

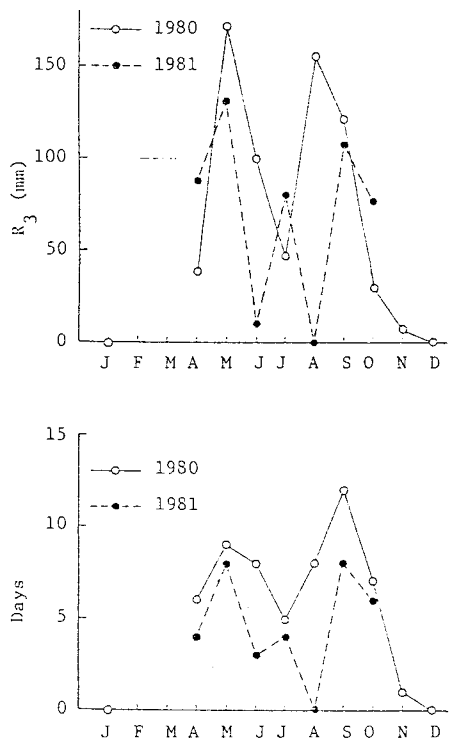


Fig. 9 Monthly distributions of critical rainfall(R_3) and its days of occurrence.

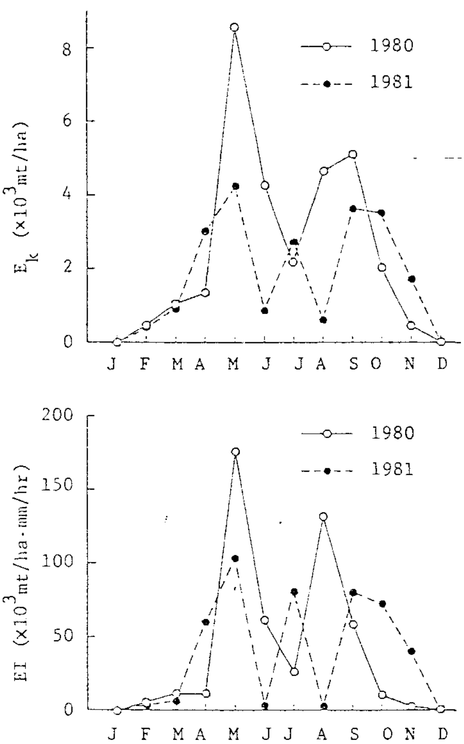


Fig. 10 Monthly distributions of kinetic energy of rain drops (E_k) and EI values of rainfall.

大山山麓開拓事業地区における防災工法について

大山山麓開拓建設事業所　竹内彬雄

1．地域の概要

本地域一帯は、昭和１７年から実施されてきた国営大山開拓建設事業により、１，６０９ｈａの開畑、入植４６４戸、増反１，４０１戸を実施して、昭和４２年度に完成したが、なお多くの開拓適地が赤松林として残っているのに着目し、本地域の再開発として、昭和４６年度既耕畑の畑地かんがい予定地を含めての総合事業として１市７ケ町に跨る農地開発５５０ｈａ、かんがい排水１，９６０ｈａ、計２，５１０ｈａの全体実施設計をとりまとめ、昭和４７年１０月に事業所を開設し、現在に至っている。

２．事業地域の立地条件

当事業地域は、鳥取県西部の主峰大山を中心に日本海に向って半径１５Ｋｍの扇状形をなし、多数の渓谷によって区分された大山の北部から西部山麓にかけての丘陵台地で、約1/10～1/30の勾配をもって日本海及び１級河川に向って傾斜し、低位部ほど傾斜は緩やかである。地質は安山岩系の母岩の上にもろい泥流岩があり、これを基盤として黒色又は褐色の火山灰が堆積し表面は通称「黒ボク」と称せられる黒色火山灰土であり、上層部は腐植質に富み黒色を呈する植壌土～植土、又中層部は腐植質が漸減し、褐色となる。

当団地の紹介（営団団地（２工区）５５．５６施行）

本団地は大山山麓扇状地帯の先端部で、名和町のほぼ中央部に位置し、地形条件、気象条件も比較的恵まれた団地と言えよう。冬期の積雪も少く、樹園地として、リンゴ栽倍の将来が楽しみな所である。地形状況は、山林、原野の赤松林であり、団地のほぼ中央に深い谷が南北方向に、これと直角方向に、小さい谷と尾根があり、この地形を改良山成工法により農地造成を計画したものである。

計画平面図

この団地の東西側の隣接地には、他事業によってほ場整備事業が行われ既に下流排水路の整備も完了していた。新規に当方で行う事業に起因する流量の増加に対し、下流排水路の流下能力がないことが判明し、排水計画上問題となった。

本報告は、この農地造成により防災上必要となった洪水調整池設置にいたる経過等について報告した次第であります。

3．工事計画

1）．面積

地区面積　12．30ha

作付面積　8．2ha

造成面積　8．98ha（造成率73％）

2）．土工事

扱い切．盛土量　112，000m^3

最大切土高さ　5m

最大盛土高さ　12．5m

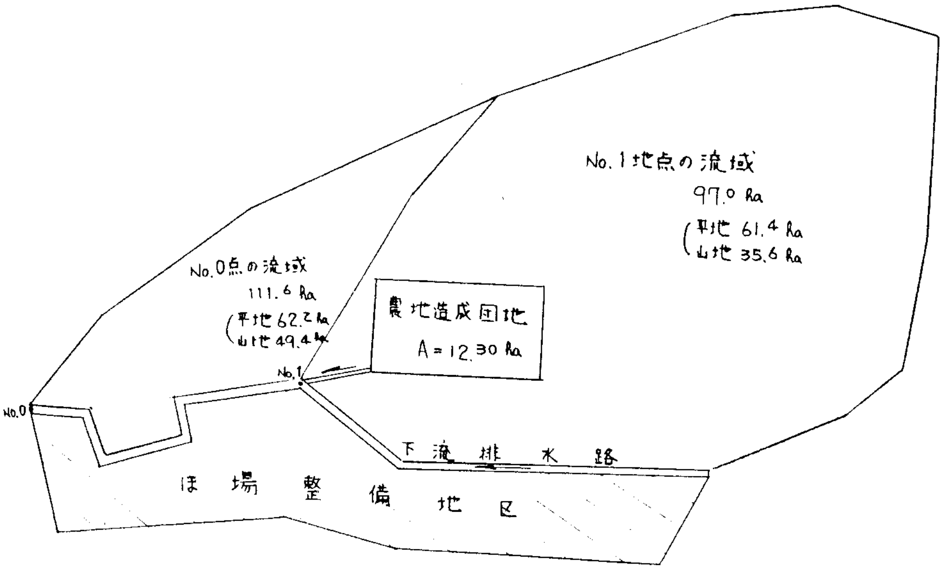
4．排水計画

農用地造成計画の設計にあたっては、排水計画の基準値の取扱いが、最も重要な問題とされるのは、周知の事であるが、本団地の計画設計の一例を紹介する。

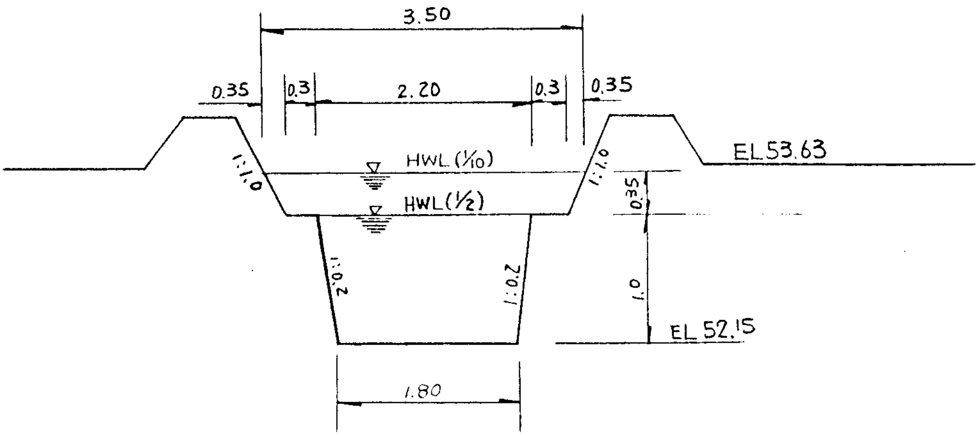
1）．工法検討

a．既設下流排水路の、新規開発造成に伴う増加流量分の流下能力の検討。

b．既設下流排水路の改修の検討。



流域模式図



下流排水路標準断面図

c．流域変更の検討

d．洪水調整池の検討。

以上の４通りについて検討を行ったが、このうち

cについては

。本団地の近傍には中、小河川等はなく、整備された排水路が本団地の東側約１Km地点にあるが、下流の水利権との調整等問題があり不可能であった。

a．bについては

。本団地と既設排水路との設計諸元が下表のとおり取扱い方が違うことにより、ピーク流出量は約２倍程度本団地設計が多くなり、既設排水路の流下能力及び改修等の比較検討の余地がなかった。

設計諸元	区分	農地造成	既設排水路	備考
日雨量	1/10確率年	１７０mm／日	１７２mm／日	最寄りの観測所のデータ
洪水到達時間内の１時間強度		４９mm／日	３４mm／日	洪水到達時間造成０．５時間，既設水路１．０時間
流出係数	山地	０．６０（造成前）	０．４５	
	平地	０．８０（造成後）	０．３５	

dについて

。本造成団地内の最下流部、東側に残地のあることに着目し土質的条件等も良好なことから、洪水調整池を設けること

が可能であることから、この工法を採用することとした。 なお以下洪水調整池の計画設計事項について述べる。

5．洪水調整容量の決定について

1）．降雨分布型

本団地に最も近い、名和観測所の降雨データ（35ヶ年間）と、米子測候所降雨データ（31年間）のうち、時間降雨記録のない名和観測所については、米子測候所の降雨分布を整理して推定を行ってみたが、一連の降雨時間の中での最大時間雨量発生時率に0．14～0．77とバラツキがあり、本地区の降雨分布型を一概に決定しがたい。しかしながら検討資料中0．77と比較的大きな値が含まれている事、山地部河川では0．9～0．9を採る事が妥当とされている事（応用水文統計学岩井、石黒共著）又、ピーク部が後方にあるものが、流出量のピーク量も大きく、危険な降雨タイプとなること等から、本地区に使用する計画基準降雨は後方主山型と決定し、降雨のピークの時間位置は0．8とした。

2）．各年、確率時間雨量強度式及びハイエトグラフ

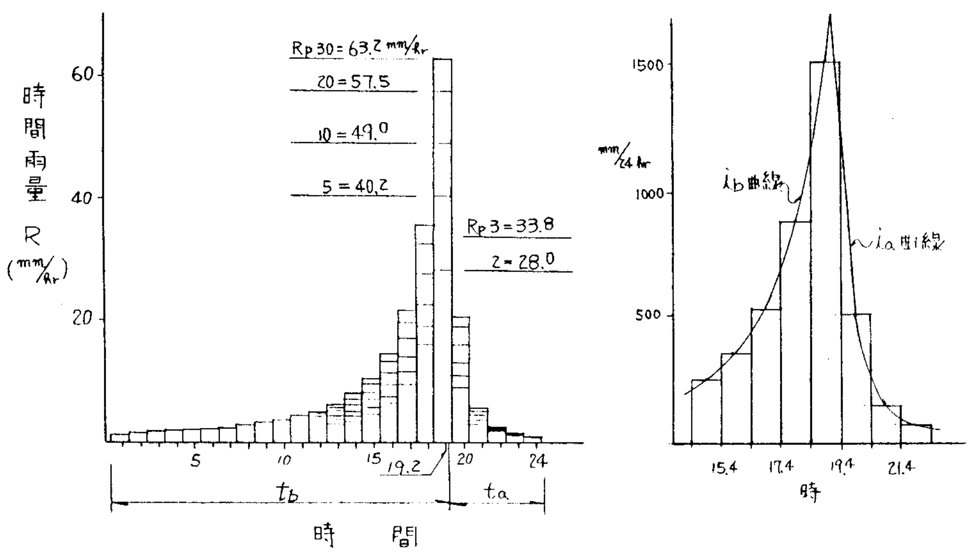
強度式とハイエトグラフの作成手順は、「日雨量記録だけ得られる場合」、（応用水文統計学、岩井、石黒共著）より、日雨量から降雨強度式を求め、これを使用して作成した。

a）．各確率年、時間降雨強度式

確率年	2年	3年	5年	10年	20年	30年
特性係数値	26.90	26.90	26.90	26.90	26.90	26.90
BN	t+2.90	t+2.90	t+2.90	t+2.90	t+2.90	t+2.90

時間降雨強度式 I_N	$\frac{2623}{t+2.90}$	$\frac{3163}{t+2.90}$	$\frac{3766}{t+2.90}$	$\frac{4573}{t+2.90}$	$\frac{5380}{t+2.90}$	$\frac{5918}{t+2.90}$
名和24時間雨量	97.5mm	117.6	140.0	170.0	200.0	220.0

b）．ハイエトグラフ



ハイエトグラフ

なお、降雨強度式中の２．９０については、日雨量記録のみしか得られない場合は、「応用水文統計学」では２～５とるとされているが、物部式計算により得られた１０年確率時間雨量を用いて算出すると、b ＝２．９０となり本地区では、２．９０を採用した。

３）．有効雨量

本地区では造成前の流出率０．６０、造成後の流出率０．７５とし、計算の単位時間については、ピーク流量が出現する時刻が計算始点から１５分後のため、その½の７分３０秒とし，

洪水調節に関与する降雨ピークを含む15時～24時までの9時間として、1/10年確率、1/30年確率について計算を実施した。

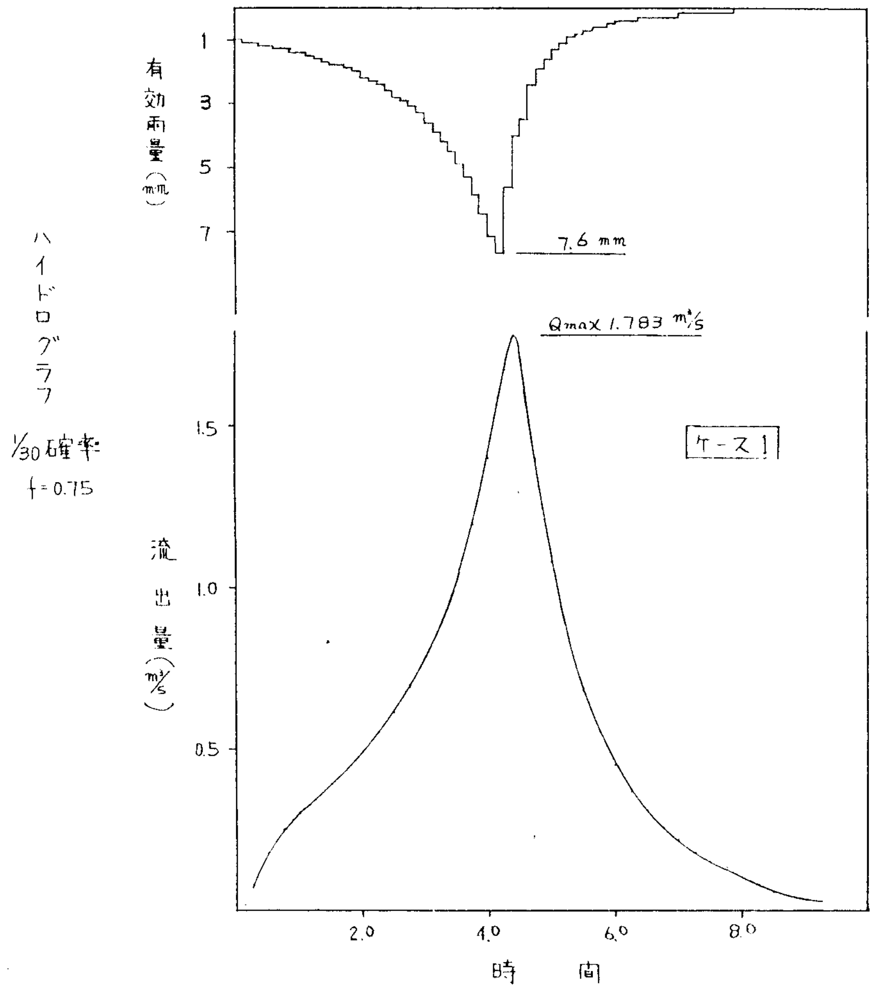
4）．ピーク流出量

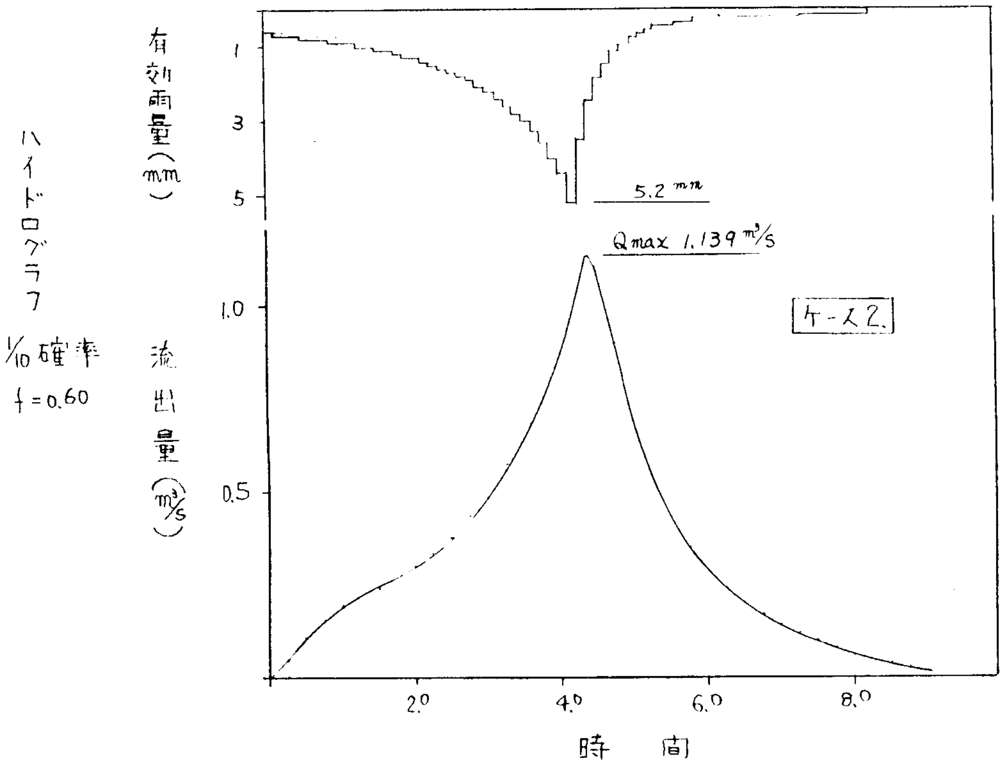
ピーク流出量は、「応用水文統計学」中安の総合単位図法により、算出した単位雨量1mm当り流出量と有効雨量より、ハイドログラフを次の2ケースについて作成した。

a）．ケース1

確率降雨1/30年において、造成後流出率0．75の場合

（調整池への流入は、この曲線による。）





b). ケース2

確率降雨1/10年において、造成前流出率0.6の場合

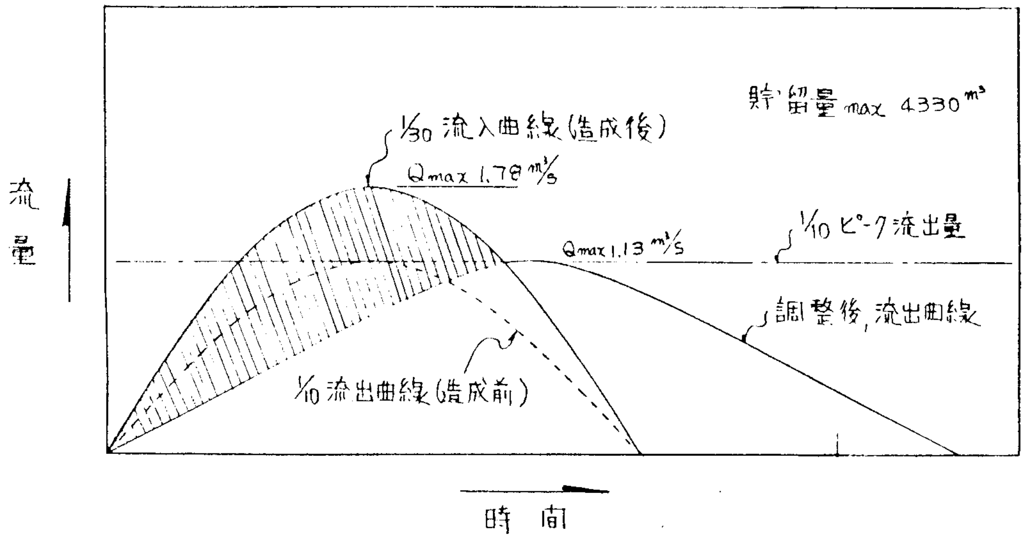
(調整池からの最大排水能力を、この時のピーク流出量以下にする。)

この2ケースのハイドログラフを前図に示す。

5). 調整池容量の決定

以上の結果より、次図の斜線部分を調整容量として、洪水調整を行うものとした。

なお流入量と流出量との関係式は、「物部水理学」(洪水)によった。



6. 調整池規模

以上の結果より、調整池は次の様に決定した。

造成後流出量	1.78 m³/sec
調整池貯水量	4,330 m³
計画放流量	1.12 m³/sec
許容放流量(造成前流出量)	1.13 m³/sec
	(計画/許容=0.99)
オリフィス	0.49×0.49 m
余水吐幅	4 m

17. おわりに

農地造成にあたっては、全ての造成適地について現況の排水路等が使用し得る訳でもない。また新設排水路等を設置するようにしても、過大な経費を必要とする。更に団地内で対処するにしても造成計画の大きな拘束条件になるなど、防災施設計画は各団地

毎に立地条件が異なるところから、その都度苦慮しているところであります。

今回のこの報告も最近の1つの実施事例でありますが、その内容も概要にとどめ、わかりにくい面も多々あることをお断わりして、ここに報告をおわります。