

浸蝕作用進度測定の一例

教授 林學博士 西 力 造
助教授 西 田 政 善

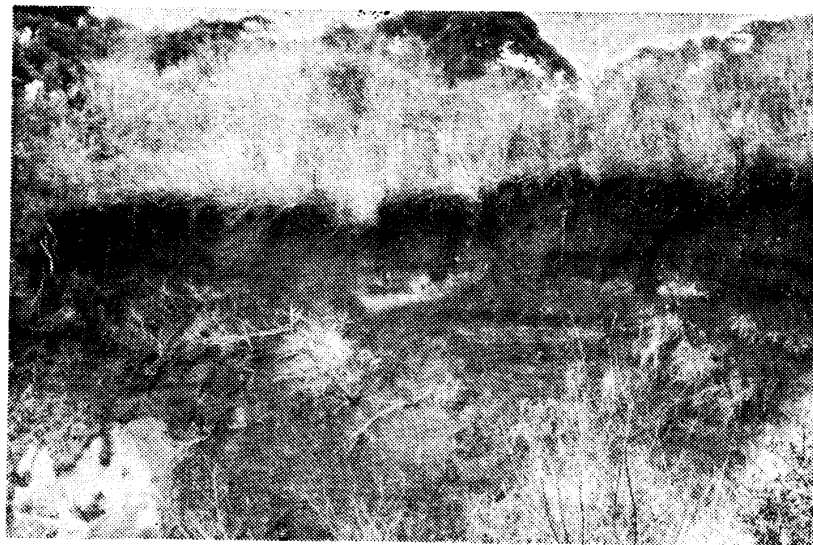
萬物流轉して暫くも息まざるは天地間の法則である。動かざる事山の如しと云ふも山は崩れ谷は埋めらる。この現象を絶対に阻止せんとは砂防工の所期せない事で、醫藥の道が人の死を絶対に斷絶し得ないと同様である。唯吾人は地形の變異の突然急激に生起して人生に多大の危害を加ふるを防止せんとするのみである。従て地形の變異が如何なる状態に生起進行するかを精査するは砂防工學上極めて緊要なる基礎問題と云ふべきである。土地を削剝し地形を變移せしむる力の最大なるものは浸蝕作用 Erosion である。砂防工を必要とするに至る野溪土砂の大部分も亦これに基因するものである。

鹿兒島地方には「シラス」と稱ふる火山灰砂の堆積した土層が到る處にある。シラスは相當結合力が大で殆ど垂直に切取つても容易に崩壊せないけれど、雨水による縦浸蝕には抵抗が極めて弱い。道路の新設の際の切取り個所の如き勾配急に切取つた方面は大雨に際しても少しも損害はないのに平らな路面に却て非常に狭く深く浸蝕せられた洞穴が生ずる事は屢々見る所である。かゝる地方に於て台地を溪谷が進行して漸次浸蝕し、その先端は垂直或は寧ろ逆に鑿入した谷壁を有する小峽谷をなし、一見その進行の速度は相當大なるかの感を與ふるものであるが、從來之れを實測した例を聞かない。かゝる平常よく見馴れ居るものを想像や推定を以てすると屢々甚しい間違に陥り易いものである。依て著者等は本校演習林七ツ谷の一支流の先端が大野原に進入して居る一峽谷に就て昭和五年以來浸蝕作用の進度、進行の狀況、土砂の移動及植生の變化等を觀測し來つてより未だ十年餘に過ぎない。此の種の觀測に對しては勿論未だ短きに過ぎこれを論議するは速斷に失するが、然し結論は更に將來に期待するとして、兎に角十年以上を經過したから此際一應中間報告して置く方が資料の散逸を防ぐ上からも好都合であらう。

I 測定個所の地況

測定個所は鹿兒島縣肝屬郡垂水町鹿兒島高等農林學校演習林第6林班で肝屬川の上流たる七谷川（長谷）の一支流林班5.6の林班界より分岐せる谷が大野原の台地に浸入し居るもので堀切より寄宿舎に至る林道より約40mの位置まで進行し來り、此の地方一般に最普通に見らるゝ地形の如く谿谷の先端は摺鉢の如く陥入して居る（第1圖）。この窪地の中央に基準杭（第2圖A）を設けたる

が下流より此のA杭までの溪谷の縦斷勾配は $11\sim 12^\circ$ 位、此の杭より更に上方12m位までは極めて緩勾配なれど、これより急に急となり概ね 30° 内外に達し更にその先端は垂直或は 90° 以上逆に傾斜し、其の最頂端は植物の根に依りて結合せられて漸く脱落を喰ひ止められた厚さ30cm内外の地表層が屋根の如く覆ひ將



第一圖 測定地の谷壁

に崩落せんとする頗る危険な状態を呈し、風化の進むと共に或は風雨を機として續々崩壊して浸蝕は更に行進し往くかの觀を呈して居る。

此の地方一帯は火山灰及輕石等の火山噴出物の層と、嘗てその地表を被覆せし植物殘骸によつて成れる黒色の腐植質層とが略水平に交互に數回堆積し上方よりの壓力により相當に堅密に結合して居る。

II 測定成績

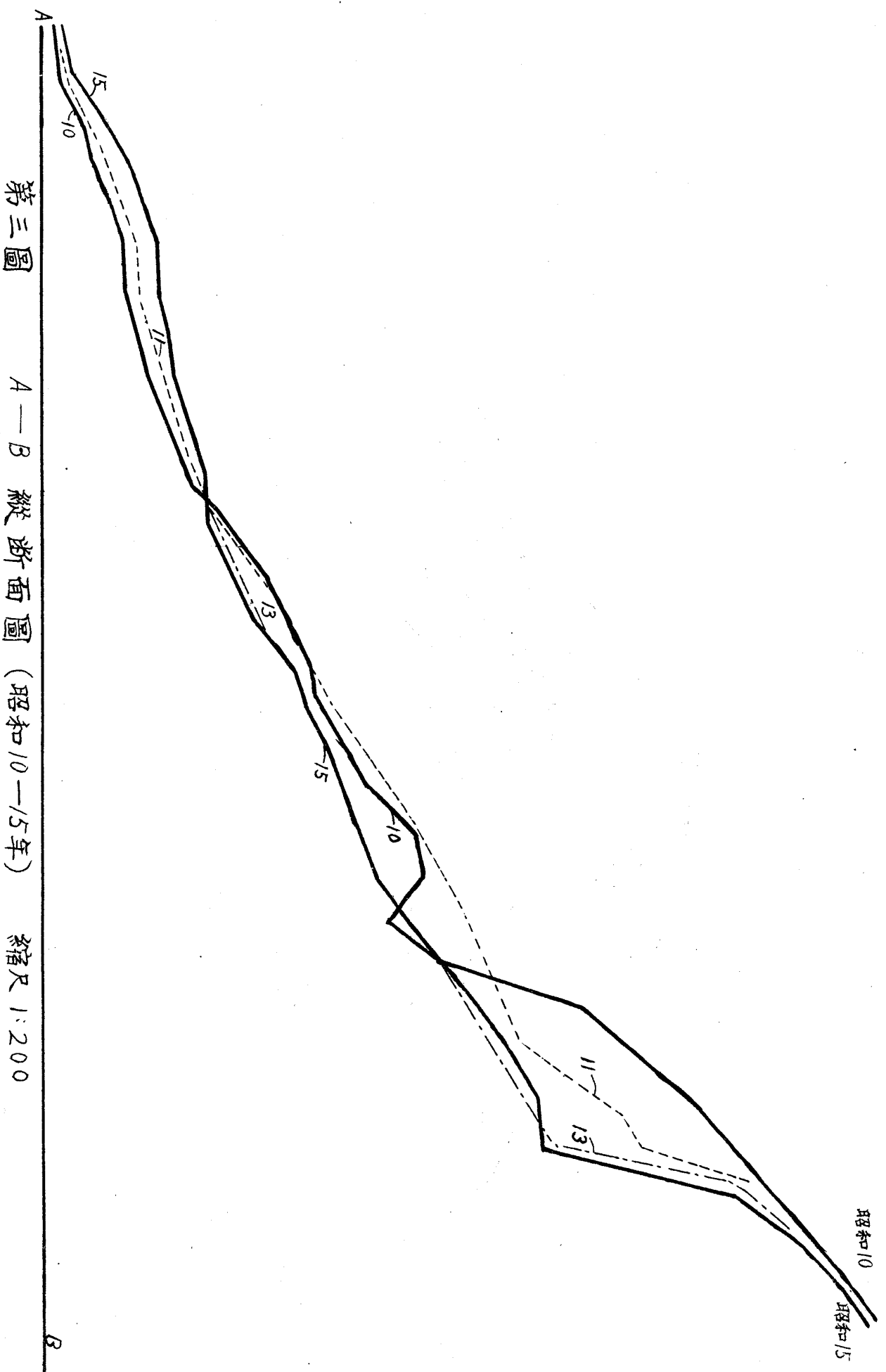
昭和四年夏鹿兒島地方に非常な暴風雨があり演習林内にては近來稀に見る多數の山崩を生じた。翌五年にも亦七月八月二回の暴風雨の襲來を受けた。そこで林内各所に見る小峽谷の先端が臺地を浸蝕して崩壊せしめ往く進度は如何なるものであるかを實測し度いと考へて同年秋より測定を初め年々その變化の状況を調査することにした。

1. 横の方向 即ち平面的に浸蝕の進行する速度

これは第2圖に示す如く案外大きくない。こゝに不斷に働く作用は一は降雨で他は霜解けである冬期霜柱が出来てその解ける際に土砂が少し宛崩れるが量としては案外少い。又降雨によりて流下する土砂もあるが通常の降雨にては目立つ程の事はない様である。然し斯くの如く風化した部分は重力の作用で絶えず少し宛崩落して谷壁は非常に急になり周邊最頂の部分は草木の根などで辛ふじて固結し喰ひ止められ屋根の様に支えられて居るが、時々暴風雨に際し突然崩壊して谷の面積を急に廣げるが、少くとも此の演習林内の測定個所に於ては我々が想像した程頻繁且大きいものでない。圖に示す如く過去十年間に最も大きく廣がつた部分にて1.4mで或る部分は殆ど元のまゝ變ら



第二圖 平面圖(同高線、昭和十年、崩壞前)



第三圖

A—B 縱断面圖 (昭和10—15年)

縮尺 1:200

昭和10
昭和15

ない所も多い。浸蝕速度は平均（崩落した水平面積を周囲の長さにて除したもの）0.5mに達せない位である。（これを標準にして推算するなら此の谿谷100m進行するに200年を要したことになる）

2. 縦の方向 縦断面即ち谷の深さの方向に於ける變移

これは初充分測定しなかつたが昭和十年に第2圖Bに當りて幅1.2m位の崩壊を生じたので此年以來第2圖ABの縦斷線を設定し此の一線だけ縦斷面の變化を毎年測定したのが第3圖の如くである此の個所は谷の内斜面中最も膨軟なシラスで浸蝕が一番激しい所の様であるが、他の部分も變形の傾向は大體同様で上半部の崩壊した土砂は下半部に堆積し上半は深くなるが下半は地盤が高まりつゝありて、此の流出した土砂も漸次安定し往きつゝある。測定の基準標杭（第2圖A）に於て地盤の高まりつゝある、狀況は10年間次の如くである。

年 度	地盤高 cm	土砂堆積高 cm
昭和 5 年	0.0	8.2
6	8.2	2.2
7	10.4	1.9
8	12.3	0.4
9	12.7	7.3
10	20.0	3.5
11	23.5	3.0
12	26.5	3.4
13	29.9	2.8
14	32.7	2.3
15	35.0	

要するに縦の方向に於ても十年間の變化は餘り甚しくない。此縦斷面に於ては上方三分の二に於て平均85cm深くなり下方三分の一の部分は平均35cm高まつて居る。

Ⅲ 進度に影響を及ぼす因子

然らば浸蝕の速度は大體上述の程度のもつと見るべきや否や。或は此の觀測のみが特に進度の小なりし特殊な理由が存するか如何。

浸蝕作用に影響する因子を考ふるならば時間的な因子と空間的な因子に分けて検討することができる。即ち（1）は此の觀測の期間に於ける氣象狀況殊に降水量。（2）は此の測定地域の周囲の地況林況である。

第一に此の十年間は特に降水量少く暴風雨襲來の機會が少かつたか、或は冬溫暖で結霜少かつたかといふと、これは別表に示す如く決して特に降水量が少いとか暴風雨が少いとか云ふべきでなく昭和九年の大旱魃の年もあるが大体に2,000~3,000mm以上の降水があり、又100mm以上の強雨の回数も決して少くない。殊に昭和十三年の風水害の如きは實に近來稀なる猛烈のものであつた。

演習林寄宿舍ニ於ケル觀測

年 月	昭 和 6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
降 水 量 (m. m)										
1	185.5	34.7	37.6	49.0	39.4	68.1	91.1	117.7	104.7	55.5
2	205.0	91.6	41.3	39.0	164.8	71.4	179.2	71.3	72.1	178.3
3	237.8	61.9	102.5	155.5	223.4	92.0	248.2	15.4	219.4	105.5
4	235.8	179.9	167.3	230.1	212.3	550.5	199.1	168.6	212.2	98.9
5	120.7	417.1	155.6	129.8	165.9	254.6	297.0	682.5	193.0	73.7
6	366.7	470.2	292.3	166.4	486.6	377.4	259.5	513.9	560.0	309.0
7	802.8	572.3	175.7	133.7	604.6	814.2	447.9	339.0	183.6	92.9
8	189.0	424.3	504.8	13.4	233.2	410.2	242.0	594.5	539.4	346.9
9	156.4	149.3	201.8	331.3	435.8	73.5	51.8	79.5	105.0	336.2
10	79.0	109.6	104.0	129.8	140.9	163.8	148.8	669.0	107.6	104.7
11	79.4	85.0	107.5	138.2	39.6	70.3	83.8	15.6	141.0	89.2
12	53.0	46.3	42.3	214.7	158.4	77.4	38.7	74.4	20.0	24.7
合 計	2259.0	2642.2	1932.3	1731.9	2904.8	3023.4	2287.1	3341.4	2458.2	1784.8
雨量100mm 以上の日數	2	5	3	2	5	3	2	9	4	2
全上の雨量 計	236.2	617.4	353.6	211.0	642.4	492.5	212.0	1604.2	520.0	278.0
月	氣 溫 零 下 日 數									
前年の11	0	0	0	0	4	0	4	0	1	0
12	0	4	6	3	2	11	3	7	19	7
當年の1	8	12	25	27	15	19	8	0	20	
2	2	14	12	17	13	16	11	0	13	
3	6	7	8	13	2	12	0	17	1	
合 計	16	37	51	60	36	58	26	24	54	

勿論圖に示す如く急に進んだのは概して降水量の大きかつた年であるが、これは將に崩れんとする狀況に達して居つたのが恰も此の大雨に際して崩落したのであつて一旦崩れた部分は次の大雨があ

つても連続擴大せぬ。故に降水量が多くとも必ずしもこれに正比例して速度が増大せぬ。暴風雨は元よりその機縁となるが、寧ろ平素よりの浸蝕の集積の結果である。故にこれに影響した最大の條件は第二の場所的な因子即谷の周邊上表の状況によるもので、此の谷に集注する雨水の降下區域の状況に左右せらるゝ事が最大なりと考へらる。即ち

1. 集水區域の廣狹
2. 集水區域の傾斜の方向及緩急
3. 集水區域の地表状況

等に依り異なるもので若し集水區域が廣大で然かもそれが谷の方向へ急斜し地表が裸地であるならば雨水は急激に集注せられ、その集注せらるゝ部分に縦の浸蝕が烈しくなり、惹いて横の方へも擴がり大となる。此の谷は以前は集水區域も尙廣く且傾斜も相當ありし事殘存の地形より推知せらるゝ故に浸蝕の進度も亦尙大なりし事と推察せらるゝが、今日に於てはその周邊の臺地は極めて緩斜で平坦に近く且傾斜の方向必ずしも此の峡谷に集注する如く傾いて居らぬ。且浸蝕する方向の先端即南西には約40m位離れた處に林道が横に開鑿せられ雨水は其の側溝又は路面によりて隔離せられ、尙此等の臺地は萱や灌木が繁茂し降水の谷に集注流入するを阻止して居る。之れが此處の浸蝕の進度が極めて小なる主因と考へらる。此の臺地の一部に開墾地があつてその排水の爲に人工を以て雨水を此谷の方へ導き流入する様にせる部分がある。こゝでは浸蝕が大となり崩落を惹起せしめて居る。

Ⅲ 植 生 の 變 化

測 定 當 初

1. 溪谷の周邊上表 ススキ、ネザサを主成分とする草本類にウツギ類の灌木を混じて植生連續上第四期の初期に相當し、一部(第2圖C附近)には胸高直徑6cm内外高さ4m前後の潤葉樹類が生じて居つた。

2. 溪谷内部斜面 圖中D附近は土壤堅密傾斜急で周側上方崩落の際土塊と共に落下定着せるニシキウツギ、マルバウツギ、ヤマヤナギ、ススキ、テリハノイバラ等が発生せるのみであつた。E, F, H 部は浸出土砂の堆積せる部分で土壤軟く傾斜緩で、ススキ疎生しG附近にはエゴノキ、ヤブニツケイ、カヘデ、カゴノキ、アカメガシハ、カウゾ、クハ、ネムノキ、タブノキ、ヤマボウシ、アヲカゴノキ、シヒノキ、イヌガシ等の潤葉樹類が地盤と共に立木のまゝ崩落して定着せるものゝ如く、崩壊前は上表のC部分と接續同齡なりしならんも、その生長はそれより良好であつた。

3. 谷 底 圖中I附近は流出土砂の堆積せる部分で傾斜極めて緩、ススキノ生長頗る良好で

アキグミ、クサギ、ネムノキ、ニシキウツギ、イヌビハ、キブシ、カウゾ、ムラサキシキブ等高さ1m内外の灌木が散生して居つた。

その他の部分は崩壊面そのままを裸出した無毛地であつた。

其後の變化

1. 周邊上表　　ウツギ類繁茂し其の蔭にはシヒノキ、ヤマツバキ、イヌガシ、ネズミモチ等陽光に對する要求小なる常綠潤葉樹類が漸次侵入しつゝある。

2. 内部斜面　　D附近は土壤堅密傾斜急なる爲植物の土着するもの極めて少く僅に當初あつたニシキウツギ、ススキ類に喰止められた流出土砂の上に矮小なコアカツ、ツハブキ、ウド、ヌスビトハギ、フキ、ノギラン、ゼニゴケ等を生じ、尙當初よりあつたニシキウツギ、マルバウツギ、ヤマヤナギ、ススキ、テリハノイバラ等の生長も極めて不良である。EF附近はススキ密生するに至りノブドウ、ヤマフデ、クヅ、ツタ、ヤマノイモ、トコロ類の蔓莖植物及ガマヅミ、ニシキウツギ、ウリハタカヘデ、ヤマヤナギ等の灌木類漸次生じ特にFの一部分にはツタが地面を覆ひ土砂の流出を防止しつゝある。H附近はススキの生長漸次良好となり、G附近の潤葉樹類は生長益々良好。J附近は比較的結合力弱き火山砂即ちシラスで本測定地區中最も膨軟な部分であるが昭和十年度に於て長さ4m幅さ最廣き處3mの崩壊起り其後も異動激しく昭和十四年に至り漸くフキ、キカトラノキ、同15年に、ヌスビトハギ、コアカツ、ウド、ヨモギ、等の草本を生じた。

3. 谷底　　灌木類の生長は漸次良好となりつゝあるが反對にススキは却て衰微しつゝある。

以上の調査と附近類似の土地の觀察により此の種の土地の植生の變化は

1. 傾斜急峻土壤堅密な所は植物種子の移來があつても土着は容易でなく、例令土着しても其の生長は極めて不良である。

2. 結合力の強い火山灰土壤の流出堆積せる所は 締りが早くススキ類が割合早く土着し、次でヤマノイモ、トコロ類、ヘクソガヅラ、シヒカヅラ、ヤマフデ、クヅ、ツタ、アケビ類ノブドウ等の蔓莖植物及ヤマヤナギ、アキグミ、ネムノキ、ニシキウツギ、ノリウツギ、イチゴ類ウリハダカヘデ、クサギ、イヌビハ、キブシ、カウゾ、ムラサキシキブ、ガマヅミ等の灌木類が集來しやがて此等の陰影にネズミモチ、ヤマツバキ、イヌガシ、シヒノキ、シキミ、シロダモ、サザンクワ、ヤブニツケイ、アラガシ、カシ類等陽光に對する要求の少いものが侵入し、遂に此等が発達して終局には本地方本來の安定群叢たる常綠潤葉樹を構成するに至るものと思はれる。

3. 結合力の弱い火山砂土壤の流出推積せる所では安定が遅れ、隨て植物の土着も遅く且2の場合と異つて初めにフキ、ヲカトラノヲ、ヌスビトハギ、ツハブキ、ササガヤ、チガヤ、アザミ、コブナグサ、コアカツ、ウド、ヨモギ等が土着し、土地の相當締るに及んでススキも侵入するが、其

生長は2の場合に比較し甚しく悪い。次に蔓莖植物、灌木期を経て常緑潤葉樹林に至る順序は2の場合と同様ならんと思はれる。

これによりて見るとススキは撒布力極めて旺盛な植物であるが土壤があまり堅密或は膨軟な時には土着が容易でなく、中庸の場合に最も旺盛である。尙前述の植生變化の経過期中表層の土砂の流動を最もよく防止するはススキの全盛時代の様に思はれる。灌木類が侵入し次で常緑潤葉樹類が繁茂するに到れば地盤は固定するが地表草類が貧弱となるので表層に於ける土砂の流失は増大する様に思はれる。

結 論

當地方に極めて普通に見らるゝシラス（火山灰砂）からなる臺地を浸蝕し往く谿谷は本測定の例を以てすれば、その外觀から想像する如く速度は大でない。而してその進度はこれに集注する降水の流入状態如何に影響せらるゝこと最も大である。従て吾人はこの峡谷の周邊に對し降水が集注流入するを防止する手段（植栽又は土工）を施す事により相當此の浸蝕を防止遅緩ならしめ得ること明かである。（昭和十六年七月）