

## 遺補及訂正

### 山嶽に於ける森林が水源を涵養する作用を論ず

教授 林學士 淵野旭子

#### 第三章 遺補 山嶽と源泉

山嶽は河川の水源と認めらるゝ處なれども山岳中の溪流を觀て直に溪谷に水の貯へられたりとの理解は容易ならず之れ水の流れざる溪床あればなり然れども彼の滾々として湧出する涌泉を觀るときは此處に水の貯藏ありて水源をなし河川に水を供給するものなりとの考へは何人にも起り得べし故に山岳に於ける涌泉を説明することは水源涵養を論する上に於て極めて重要な事柄なりとす從來地下水並に涌泉につきては多少の文献あり最近カイルハツク氏の所説 (Keilhack; Lehrbuch der Grundwasser und Quellen) につきては地質調査所長井上博士が大林区署施業案主任官會議に於て之を疏述する處あり(山林彙報大正十一年四月及五月號)又高等師範教授佐藤理學博士は「泉の説」としてブライアン氏の説を地學雜誌(大正九年十一月號)に譯述せらる而して此等の涌泉に關する説たるや火山作用による岩漿泉は別として普通の泉は雨水が地下に滲漏し之が或部分に至りて地下水を形くり此地下水が斷層又は裂隙の如きにより外部に湧出するよりして生ずるものとせらる然れどもかゝる説明は森林の水源涵養作用を研究するものゝ満足する能はざる處にして泉の成立には他に何等かの條件あるを

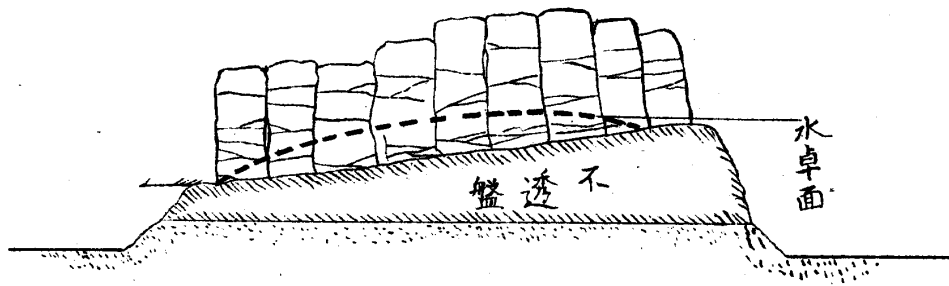


Fig 1

思はしむるなり今彼の地卓泉(Mesa-spring)の一例につき述べんに  
 此泉は第一圖の如く水の不透層盤上に絶壁よりなる砂岩又は  
 節理ある熔岩が卓子狀に横はり其内部に雨水滲漏し地下水を  
 形成し其水卓面(Water Table)が岩塊脚下に湧水口を開くときに生  
 ずとするなり我國の地卓の多くは熔岩が水蝕を受け第二圖に  
 見る如く一部分下層と共に卓子狀に残りたるものにて九州地  
 方によく見る處なるが此地卓には常に泉を伴ふものにあらず  
 寧ろ現出は少なきものとす即ち見る地卓泉なる名稱は地卓に  
 湧泉を生じたる場合に命名したるものにて地卓に泉を形成す  
 るためには何等かの條件を必要とせざる可らず今假りに人工  
 にて水の不透盤を築き其上に岩塊礫層を盛るとするも決して  
 長期に亘る泉を生ずることなかるべし總て學術上複雑なる因  
 子を有する現象の研究にありては比較試験を用ゆるの外なく  
 之れに分析と綜合の方法を加減すべきものなるも涌泉の研究  
 の如きは地盤の比較が極めて困難にして曩に東京大林區署に  
 於て有林地無林地の水源涵養比較試験を企て已に十餘年を経  
 て第二回の報告を出したりと雖ども到底水源涵養問題の核心  
 に觸れ得るものにあらざるなり右の如く比較實驗法の困難なる

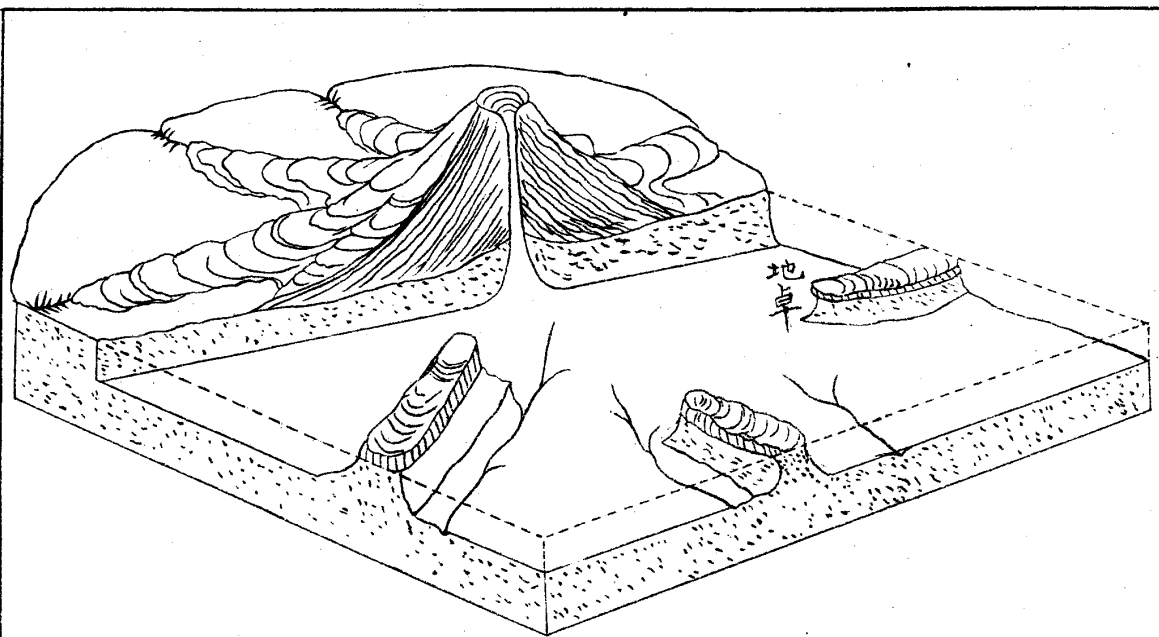


Fig 2

以上は純理の上より推論して演繹的に實驗を行  
 ふの方法を採らざる可らず余は類推法により先  
 づ水の調節經濟を觀察せり凡そ我地球上に於て  
 物質たると勢力たると將た人事の經濟たるとを  
 問はず若し蓄積貯藏なるものゝありとせばそは  
 必ず集積によりたるものなり即ち廣き場面より  
 小量宛をより狭き部分に集め或は永き時間を以  
 て累積したるものとす石炭と云ひ雷電電氣と云  
 ひ或は政府の金庫或は圖書館の如き一として然  
 らざるものなかるべし而して若し之を調節に消  
 費するとせば制限的に放出するにあるべし此点  
 より天水の經濟を觀察するに涌泉成立條件の核  
 心に極めて接觸するものあるを發見するなり今  
 豪雨沛然として至り一日に百耗の降水量ありと  
 し之を集むる爲に桶を出したりとせんに得る處  
 の水は桶底より僅に三寸三分の量に過ぎず之れ  
 決して天水利用の途を得たるものと云ふ可らず  
 人類の智は屋根の廣場を利用し樋によりて小量

の雨水をも集積せしめ之を溜桶に貯へ呑口其他の法にて之を制限的に使用する如くするなり屋の廣傾斜面樋溜桶呑口此四段の經過は涌泉の成立を説明するに極めて適當なるものに

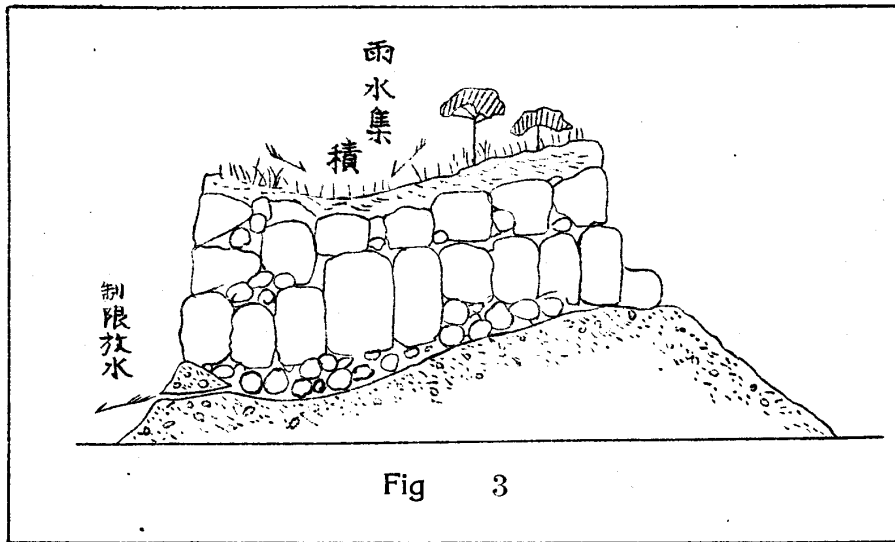


Fig 3

を外部に開かしめ盛るに砂礫岩塊の如く良く水を通過せしむるものを以てせば降雨に際し雨水は下方の窪處に集積し泉を人工的に現出し得べし或は又第四圖の如くセメントを使用

して彼山岳の形状たる全く屋根と同一に作られ大小の谷筋は樋に相當す此状態は更に地下に於ても存在するならん之れに由て集積せられたる雨水が谷間に堰止められ或は礫層裂隙空洞に入込みて此處に湛溜し或は地下深き處にて更に集積し此水適度に制限放出せらるゝに於ては泉を形成すること確實なるべし而して廣き傾斜面と谷筋掘れ溝を有せざる山地は殆んどなしと雖ども集積水を溜むるの場所は必ずしも存在せざるなり更に制限的放水口に至りては天然に成立すること容易ならざるならん之れ山岳の構造年代地質森林の有無等により相當の降雨を以てしても泉の數大小並に其量に相違ある所以なり已に涌泉成立の條件にして釋明したりとせば前掲の地卓泉につき之を檢査せん今第三圖の如く人工にて水の不透盤を築くに當り之を中窪にし水の湛溜部を造り其下底より小孔

し岩塊を積累ぬるに當りて裂隙を一ヶ處に集合せしめ之れより制限放水口を外部に開かば必ず泉として雨水の現はれ得べきなり。

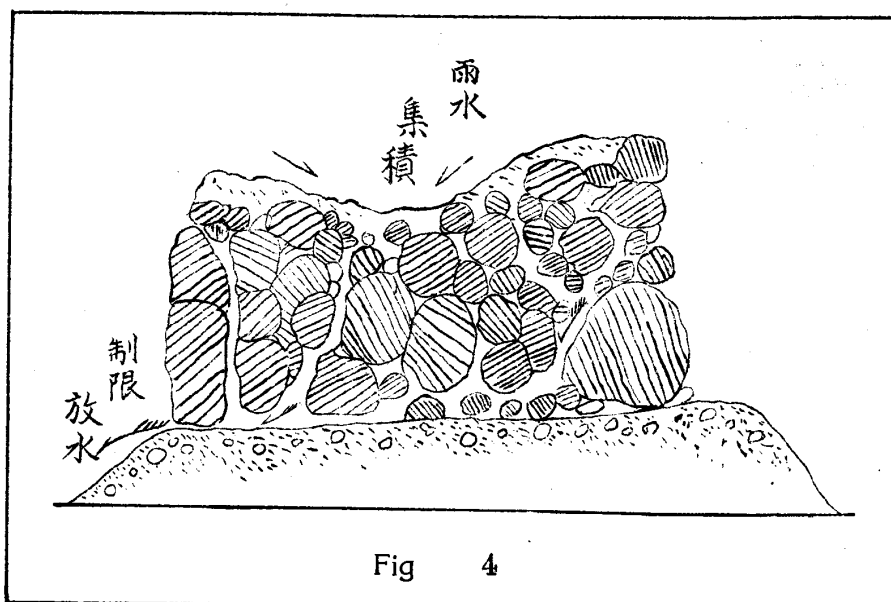


Fig 4

れを築造し得べきものなりとす

我中央アルプス西駒ヶ嶽連峰中將棊頭海拔二七二七米の南方に御天水岩なるものあり南北

前述の如き泉に於て湛溜せる水の制限放出には大体に於て二様あるべし其一は桶の呑口の場合の如く放水口を小ならしむると他は放水口は左迄小ならざるも砂礫落葉の如きにより水の通過摩擦の大なる場合なり孰れにしても放水の制限なければ涌水の調節は行はれ難し自然の場合に於ては恐くは二者の錯合したるものならん而して吾人は自然の泉中に於て雨後短時日にて涸るゝ放水口の大なるものと共に放水の非常に制限せらるゝもの或は全く放水口無くして湛溜水の拘束せられたるものあるを想像し得べし

彼の高山の頂上に近く往々現はるゝ處の小湧泉即ち嶺泉は其現出の稀なるよりして靈泉視せらるゝ處なるが之れ亦天水の集積制限放水の條件が自然に成立したるに外ならずして人工を以てせば確實に且つ計算的に之

三米東西三、五米の廣さを有する花崗岩の岩盤が一方に傾けるものなるが長徑一米短徑〇、八米深さ〇、〇三五米許の窪狀部を有し之れが但に水を湛へて盛夏にも涸渴することなしとせられ又甲斐の金峰山頂にも花崗岩上に不涸の小窪水を存し更に飛彈乘鞍ヶ嶽の頂部には大小三十余の窪溜水ありとせらる此等は何れも晴天にても夜間に凝結せる霧雨が廣き場面と

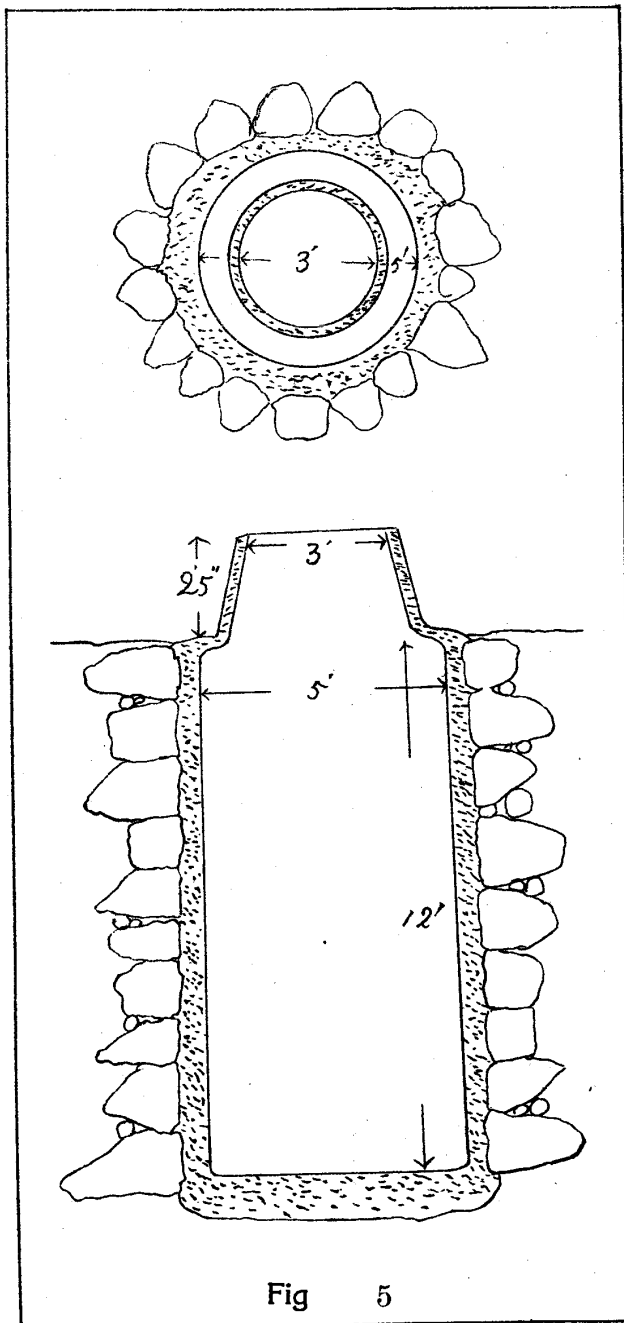


Fig 5

長き時間を以て水の不透なる小局部に集積するため盛夏時と雖ども涸渴せざるものにして若し之れが砂礫にて覆はれ制限的に水を滴出するに於ては嶺泉を

形成すべきなり伊豆の大島は火山島にして井水湧泉の少なきため天水を利用し第五圖に示す如き築井に約二十坪の屋根面に於ける雨水を集積貯溜せしむ伊豆の伊東町に於ける氣象状態より大島の降水量を想定するに五ヶ年の平均一日の降水量一坪當り一四、五耗即ち二斗六升五合なり屋根より樋にて集積せらるゝ間に一割を減すとせば一坪當り一日二斗三升八

合となり一月の降水日は五ヶ年平均六日なるを以て月一石四斗三升一合を雨ふらし二十坪の屋根より月二十八石餘を得べきなり今一戸一日の消費量を節約的に四斗とすれば一ヶ月に十二石となり三ヶ月間降雨のなき場合を假定するに三十六石を要す之れ直徑五尺深さ十二尺の築井に溜まるべき量なりとす

右の如き計畫は容易に移して以て山岳に於ける嶺泉其他の泉の築造に應用し得べきなり只地面の集積水としては成るべく混濁を避け濾過するの必要あり故に砂礫を以て湛溜部を埋め制限的放水をする様にすべきなり要するに濾水桶を造るにあるなり内容は砂の孔竅率凡そ四〇%なるよりして水のみの場合の三倍大とすべきものとす

今山腹の傾斜面につき水を湛へ得べき窪處につき考へんに其狭き谷口が閉塞せられて内部に水を貯へ之れが制限的に放水せらるゝこと灌溉用の溜池の如く或は桶の水を呑口にて放出する如き状態は天然には成立容易ならさらん然れども落葉枯枝砂礫其他岩塊の如きを以て埋められ集積雨水が其間隙を通過するに當り摩擦のため制限を受けて泉を形くることは前者よりも比較的容易に成立すべきものと思考せらるべし即ち之れよりして水源涵養と土砂扞止とが關係を有することを了解し得べきなり但し粘土並に腐植土の如きは夫れ自身には五〇%以上の容水率を有するも之れは毛管水分にして重力のために動かす故に土砂の堆積ありとも直に泉を生ずるものにあらず此點に關しては四章以下に述ぶる處あるべしされども粘土腐植質も亦適度に存在せざれば水の不透層を生ずるの機會を減じ溪床に水洩り易く放水制限も亦起ること少かるべし之れ新火山の輻射狀谷に觀る處なり。曩に述べたる如

く涌泉が河川の水源をなすことは何人も首肯する處なるべし然るに今溪流を辿りて之を觀察するに別段に泉として認むべきものなき場合にも溪流は其出發點より山を放るゝに至る迄に次第に水量を増して何處より水の來りて流水を供給するや疑はしきことあるなり然れども泉の成立原理を思考して良く觀察するときには溪床其者に水の貯へられたるものなるを知り得べし今茲に涸渴せる溪谷を考へ之れに治水學者が適當なる設計をなし溪床の漏水を防ぎ横堰堤を多數に築造し水溜桶又は濾水槽式に湛溜する水を制限放出する様にしたるとせよ適度の降雨あらば必ず流を生ずべし然り流れのある溪谷は流れの縦線に沿ふて略ぼ連續的に泉を有するものとなし得べきなり即ち流れある溪谷は必ず多少の段階あるものにして後章述ぶる如く事實はよく之を証明す

以上述べたる如く山岳に於ける天水の調節經濟は吾人が屋根の雨水を利用すると同一原理によるものにして山岳に於てな時間上より雪を蓄積する一層有利なる現象あるなり従て今後の水源涵養施業にありては治水家を加へ積極的に流水を多くする方法即ち堰堤溜池の築設拘束せられたる湛溜水の開放放慢なる湧水口の制限の如きを宜しく講究すべきものとすべし

### 結 論 訂 正

以上山岳に於ける森林が水源を涵養する作用につき論じ來りたる處を撮要すれば左に掲ぐるが如し

一、山岳に於ける天水の調節經濟は吾人が雨水を利用する状態に極めて酷似するものとす



屋根の廣面積に於ける雨水を樋に集積し之を水溜に貯へ呑口其他の方法により節約的に消費する四段の作爲は天然に於ても山岳の水源涵養に行はれつゝあるなり山腹は其形に於て一種の屋根なり大小の溪谷は樋に相當す此二段の順序は如何なる山岳丘陵にも存在す然れども水溜に相當する部分は必ずしも存在せず更に適度なる呑口に相當する部分に至りては天然に成立すること易からざるならん之れ山岳の構造年代地質森林の有無等により泉の多少並に水量に於て相違ある所以なり若し大小の溪谷掘れ溝を集積して流下する雨水が礫層岩石の裂隙空洞等に浸漏し或は凹處に溜りて此處に水敷又は孕泉部を形くり此水呑口式又は浸潤式にて適度に外方へ制限放出せらるゝに於ては茲に滾々として盡きざる泉を形成せん若し放水余りに速なれば長期の泉とならずされども全く拘束せられて放水口なければ又泉をなさざるなり若し此理を應用せば山頂に近く稀に現はるゝ嶺泉は勿論一般の泉を人工にて築造し得べし然り而して前述の如き涌泉は河川の源泉をなすと雖ども溪谷に於ける流水は溪床夫れ自身にも涵養せられたるものとす溪床に漏水性少なく石塊倒れ木其他の材料により階段を生じ恰も横堰堤工事を施せる状態を呈し粘土の適量は其部に水を湛へ且つ制限的に放水するに至らば降雨により心ず淙々として長く盡きざるの流れを現出せん畢竟するに溪谷の流れは瀘水槽又は貯水槽を並列して制限的放水をなす状態にあるなり従て此理により人工を以て涸渴し易き溪谷に流れを作り得べきは又多言を要せざる所なりとす氷雪の融解より直に生ずるものを除き一般に泉の成立するには貯水槽狀(溜池又は淵)によるよりも瀘水槽狀に生ずる場合が水の湛溜するにも亦制限放水にも比較的形容易ならん之

れが爲には土砂の扞止を必要とすべし而して其土砂は砂礫の如く空竅率の大にして水を良く疏通するを主とせざる可らず粘土腐植土の如きは包水性大なりと雖も毛管水分なるを以て重力により下行せず水を疏通して孕泉部を養ふこと甚だ悪しかるべしされども此等も亦適度に存在せざれば地盤一般に漏水性となり水の湛溜並に放水制限を困難ならしむべし而して山中の落葉枯枝水草倒れ木の類は又各其役目を盡す場合多く彼の小溪流には明に天然に於ける土木工事の結果と思考せらるゝ場合を見るなり

二、山岳に於ける森林がなす水源涵養上の有効作用は防風庇陰より來る水分蒸發の減少積雪融解の遅延雲霧の捕捉並に土砂の扞止を其主なるものとす雲霧の捕捉は局部的に河川の絶体流水量を増加し得べく氷雪は源泉の前身をなすものにして是れ亦永き時間と廣き場面とを以て集積せらるゝこと高山の雪溪の如くにして氣温日光により制限的に融解せらるゝを必要とするなり而して森林は或程度に於て之を能くし得べし然れども此等の作用は高級山地に於て始めて觀らるべき現象にして一般森林の特効作用としては土砂の扞止を擧げざる可らず

土砂が森林により自然によく扞止せらるゝときは溪谷掘れ溝を流るゝ集積雨水を順調にし泉脈への浸漏並に溪床階段部の維持を確にし孕泉部の成立及制限放水を佳良ならしむべし更に林内に生ずる落葉枯枝倒れ木の類は根株地盤の風化と共に源泉の成立を助け林床に於ても一時的又は淺源的の泉を生ずることあるべし而して此等の作用は森林の平地性となり降水量の少くなるに従ひ次第に減少す

三、樹木は山岳にありても地中水分の消費者なりと雖ども森林中大部分の樹木は毛細管水分として土壤中に保持せらるゝものを消費するなり而して其消費量は比較的立積の小なる土壤中に保持し得らるものにして森林の年消費量を水高四〇〇耗とするも普通の土壤は厚さ二米前後に此水分を包容し得て樹木を凋萎せしむることなかるべし

森林の永く存するため成立することある林床の一時的並に淺源的湧泉は樹木により最も多く其水分を消費せらるべし然れども元來共存的に成立したるものなるを以て森林なければ存在し得ざるなり之を以て樹木を地中水分の消費者とするも我國の如き降水の量並に回数多き處にありては土砂扞止上より來る特効を否定すること能はざるべし

四、森林法により設定せらるゝ水源涵養林には僅に數町歩に過ぎざるもあたるべきも此等は決して當を得たるものにあらず森林は溪流全体に亘りて留意を要するものなり山岳に於ける水の調節經濟には確かに明白なる條件の存するを以て水源涵養林の取扱ひには治水學者を加へ堰堤並に溜池の築設拘束せられたる涌泉口の開放過大なる放水口の制限等を計畫するの積極手段に出ずるの必要あるべし森林に對しては専ら土砂の扞止に注意し溪流に庇陰を與へ谷筋の伐採を避けざる可らず純理よりすれば必ずしも禁伐を要せず直に造林せば可なるが如きも今日にては確實なる種苗の供給容易ならず且つ高位置なる森林の更新は天然にても人工にても甚だ困難なるを以て成るべく其地固有の林相即ち極頂型の森林を在置せしむべし其雲霧を捕捉し積雪面融解に關係ある場所の如きは之を禁伐とすべきは勿論なりとす

(終)