

辽东山地“乱石窖”植被演替规律的初步研究*

董厚德 唐炯炎

(沈阳师范学院) (沈阳中学教师进修学院)

辽东山地大致包括沈阳—丹东綫以北、吉林哈达岭以东的辽宁省东部中低山丘陵区域。在这一地区,凡由燕山期花岗岩、古老的石英岩和灰岩等坚硬岩石构成的山体、沿山坡或沟谷经常可以看到一些杂乱无章的砾石成片状或条带状分布,砾石多具稜角,长径一般在40—50厘米,大者1—2米,甚至4—5米,砾石层厚一般在5—15米,甚至20—30米。当地人把这种地段称作“乱石窖”¹⁾。由于目前地貌学中还没有更恰当的名称来概括这种重力堆积地貌,所以我们便沿用了当地人的名称。根据外形乱石窖可分成倒石锥状乱石窖、石河状乱石窖和石海状乱石窖三种。根据我们三年(1960、1962、1963)来的初步调查,前者规模小,分布零散,后两者规模大,分布较普遍。石海状乱石窖和规模较大的石河状乱石窖均集中在本区的中部和东部中山地带,而西部和北部的低山丘陵地区多为短小的石河状乱石窖和倒石锥状乱石窖。

乱石窖在重力和强大的地表径流作用下有时能发生突然的移动,形成山啸。山啸是辽东山地较常发生的自然灾害之一,发生时,山洪挟带巨石奔腾而下,沿途森林、农田、道路、甚而村落均被毁坏,有时亦危及铁路和矿山。因此如何防治山啸的发生,成为辽东山区一个十分重要的问题。

山啸的发生,取决于乱石窖的稳定程度;而乱石窖的稳定性,在一定程度上决定于乱石窖及其汇水地区的植被状况,所以乱石窖植被的研究工作对稳固和防治乱石窖的移动具有一定的意义。

乱石窖是一种比较特殊的生境类型,尤其无任何填充物质(泥砂等)的乱石窖,不论土壤、水分等均极度缺乏,其上植被的形成与演替均与一般裸地不同,因而不能采用一般的造林方法来恢复乱石窖上的森林,必须根据其本身的自然演替过程,有步骤地改造生境条件,始能逐渐恢复。在有林地段亦不能采取一般的森林经理措施。所以对乱石窖上自然植被演替规律的探讨不仅有理论意义,对林业生产亦具有一定的指导意义。

本文仅是这项研究工作的初步总结,很多问题有待进一步探求。文中不妥之处,敬请指正。

* 本文蒙陈昌笃同志详细审阅,并提出很多宝贵意见,作者深表谢意。本文的苔藓植物由中国科学院林业土壤研究所高谦同志定名,亦表谢意。

1) 乱石窖还称作跳石窖、跳石塘、跳石湖等。我们认为乱石窖一名能很好地表现出这种地貌本身的主要特征。“乱”字表明砾石作杂乱无章的堆积,“窖”字表明其地下部分很深,厚度较大,因此,便采用了当地群众创造的这一名称。

一、区域气候特点和“乱石窖”的生态环境

本区位于北緯 40° — 43° ，东經 123° — $125^{\circ}30'$ 。属温带湿润的季风气候。年平均气温 5 — 8°C ，七月平均气温 22 — 26°C ，一月为 -15° — -13°C ，极端最高温度不超过 40°C ，最低气温为 -36°C 。气温的年较差 36 — 38°C ，日较差为 12 — 14°C ，是我国东部季风区中日温差变化較大的地区之一。

年降水量在 800 毫米以上，多数地区在 $1,000$ 毫米左右，寬甸鎮最高，达 $1,223$ 毫米。因此本区不仅是东北区的降水中心，也是我国东部沿海多雨地区之一。全年半数以上的雨水降落在七、八两月，这时又多暴雨。冬季各地有一定的积雪，最大积雪深度在 7 — 22 毫米。

表 1

气象要素	地 点	寬 甸	恆 仁	撫 順	草 河 口
年平均气温($^{\circ}\text{C}$)		6.3	6.4	8.4	5.8
七月平均气温		22.6	23.9	25.8	22.3
一月平均气温		-13.7	-15.1	-13.6	-12.7
年平均降水量(毫米)		1223.0	869.7	798.6	1035.0
年平均蒸发量(毫米)		933.7	1052.2	933.0	994.7

由于年蒸发量不大，在 $1,000$ 毫米左右，所以全年的湿度較大，年平均相对湿度 70% ，七月在 80% 以上。多数地区的干燥度在 0.49 以下。在昼夜温差大、湿度大的条件下，必然造成多雾、多露和雾淞天气，特別在温度变化激烈的砾石表面更易于水汽的凝結，对乱石窖上植被的发育具有极为重要的意义。

根据所处的地形部位和形态特征将本区的乱石窖分为：1. 坡地乱石窖：(1) 无填充物坡地乱石窖，(2) 有填充物坡地乱石窖；2. 凹地沟谷乱石窖：(1) 无填充物凹地沟谷乱石窖，(2) 有填充物凹地沟谷乱石窖。无填充物凹地沟谷乱石窖通常分布在沟谷源地或山坡凹地内，范围不大，与有填充物凹地沟谷乱石窖連在一起，以下将把这两种合起来討論。

坡地乱石窖分布在山体的阴坡或偏阴坡，自海拔 300 — 400 米的山麓起，遍布整个山坡，到 1200 — 1300 米的山脊基岩下部均有出現(辽东寬甸白石砾子、青頂子，恆仁老秃頂子，本溪高老婆頂子等地)。无填充物坡地乱石窖占据山坡的中上部，从山脊基岩开始，向下伸延，逐渐过渡为有填充物坡地乱石窖。二者共同組成石海状乱石窖。

无填充物坡地乱石窖因地形部位較高，为細粒物質向外迁移地带，加之砾石形成年代較近，很少风化，砾石多具稜角，其間无任何填充物質。裸地砾石表面温度变化激烈，昼夜温差大；光秃的岩面不能貯积水分，乱石窖下部的地下水又不能通过毛細管上升，水分极其缺乏，大气湿度及其在岩面上的凝結对这里植物的生长有重要作用；砾石表面和砾石之間沒有土壤或成土母質不利于植物传播体(种子和孢子)的停留、萌发和植物的扎根。总之，不論水、热、营养状况以及植物的固着条件，无填充物坡地乱石窖均属极端的环境类型。

有填充物坡地乱石窖处于山坡的中下部和山麓坡脚地带,坡度一般不大,为接受山坡上部細粒物质堆积的地带,砾石間为或多或少的泥砂土粒所填充。砾石間的泥砂能貯积一定的水分,并能供給植物一定矿物养分,又利于植物的扎根固着,較无填充物坡地乱石窖的生境条件已大有改善。

凹地沟谷乱石窖成条带状分布在山坡凹地和沟谷之中,长者 1—2 公里,短者 200—300 米,寬自几米到 10—30 米。由于經常受兩側和山坡上部細粒物质的堆积,砾石間填充大量的泥砂土粒,养分充足;地势低凹,地下水水位高,又受暂时流水影响,水分非常充沛,对植物的生长十分有利。

三种乱石窖的生境条件虽然有較大的差别,然而其共同特点在于潛在着較大的移动性,尤以凹地沟谷乱石窖的移动性最大。乱石窖的易动性是植物生长最不利的因素。

二、“乱石窖”上的植被类型

不同类型的乱石窖,因生境条件的不同,植被类型也有所不同。同一类型乱石窖上的植被,因处在不同的演替阶段,植物羣落也各有差异。

1. 无填充物坡地乱石窖的植被类型

地衣-紫萼藓羣落: 分布于近期山嘯裸地的中心地段,羣落覆盖度 5—30%,苔藓层分布不均匀。壳状地衣見有白灰色和黑褐色两种,呈圓形斑块分布,紧密地結合在岩面上,极难分开。叶状地衣有: *Anaptychia hypoleuca*、*Sticta platyphylla* 和 *Parmelia pertusa* 等,与优势的紫萼藓 (*Grimmia commutata*) 镶嵌分布。

紫萼藓高 1—3 厘米,密丛状生于壳状地衣之上,牢固地固着在砾石面上,难以分开。叶状地衣和紫萼藓下部已出現微薄的土壤,平緩岩面有 4—5 毫米,較陡岩面上也有 1 毫米左右。土粒极細、酸性 (pH 4.5)。

石蕊-垂枝藓羣落: 多分布于地衣-紫萼藓羣落的外围地区,苔藓层分布不均匀,覆盖度 20—50%。优势的植物有垂枝藓 (*Rhytidium rugosum*) (cop.²) 和石蕊 (*Cladonia rangiferina*) (cop.¹), 石蕊高 5—6 厘米,成密丛状生长,其下部常有生长不良的紫萼藓及其遗体。苔藓层中还有日本万年藓 (*Climacium japonicum*) (sp.) 和柏状灰藓 (*Hypnum cupressiforme*) (sol.)。

垂枝藓喜光照,植株交織成苔藓层包覆于砾石面上,厚 4—7 厘米,下部土壤厚 1 厘米左右,平緩面上可达 3—4 厘米,土壤黑褐色、小团粒状,由苔藓遗体分解而成。

狗景天羣落: 分布于灌丛或森林的边緣地带,有时伸入到苔藓羣落中。草本层覆盖度 50—80%,建羣种狗景天 (*Sedum middendorffianum*) (cop.³-soc.) 为多年生草本植物,高 10—15 厘米,根系极为发达,水平分布在砾石面上,属強喜光植物。

草本层常出現几种小蕨类,如小水龙骨 (*Polypodium virginianum*) (sp.), 罗氏岩蕨 (*Woodsia rosthorniana*) (sol.) 和烏苏里瓦蕨 (*Lepisorus ussuriensis*) (sol.) 等,說明狗景天羣落中已形成較为阴湿的小生境。

狗景天下部的苔藓层分布較均匀,覆盖度在 60—80%,主要由柏状灰藓 (cop.³) 組成,其次有垂枝藓 (sol.), 日本万年藓 (sol.) 和少量的石蕊。苔藓层厚 6—8 厘米,狗景天根

系全部埋藏在苔蘚层下。土壤厚 4—5 厘米,呈小粒状,黑色,酸性 (pH 4.5—4.8), 主要由植物殘体分解而成。

杜鵑-繡綫菊-卫茅灌丛: 分布于早期山嘯的森林边缘地带, 目前多为柴场。灌木高 3 米左右、郁闭、覆盖度 80—90%。主要植物有迎红杜鵑(*Rhododendron mucronulatum*)、烏苏里繡綫菊 (*Spiraea ussuriensis*)、关东丁香 (*Syringa velutina*) 和早锦带花 (*Weigela florida*) , 其次有刺老鴉 (*Aralia mandshurica*)、早花忍冬 (*Lonicera praeflorens*)。瘤枝卫茅 (*Evonymus pauciflorus*) 高 1 米左右, 稀疏分布, 构成亚灌木层。

草本层中仅有很少的小水龙骨 (sp.), 烏苏里瓦葦 (sp.) 和寬叶苔草 (*Carex siderosticta*) (sp.) 和羊胡子苔草 (*C. callitrichos*), 稀散布。

砾石全为苔蘚包覆, 以菲氏羽蘚 (*Thuidium philibertii*) 居绝对优势 (cop.³), 其次有柏状灰蘚、石蕊、日本万年蘚和爪苔 (*Peltigera polydactyla*) (sol.), 苔蘚层厚 4—5 厘米, 最厚 8 厘米, 下部土壤层厚 5—6 厘米, 主要由植物殘体分解而成。

值得注意的是草本层中含有少量的狗景天, 苔蘚层中有喜光的柏状灰蘚, 但两者生活力均较弱。

苔蘚层上灌木幼苗很多, 每平方米多达 20—30 株, 主要是迎红杜鵑和关东丁香。

丛生的灌木根系呈板状分布在砾石面上对砾石有一定的稳固作用。

杂木林: 分布于中低山 800 米以下或近村落的无填充物坡地乱石窖上, 是较常见的羣落, 乔木高 10—20 米, 郁闭度 0.8—0.9, 无明显优势种, 有色木 (*Acer mono*)、水曲柳 (*Fraxinus mandshurica*)、紫椴 (*Tilia amurensis*)、怀槐 (*Maackia amurensis*)、枫樺 (*Betula costata*)、裂叶榆 (*Ulmus laciniata*)、大果榆 (*U. macrocarpa*)、青楷槭 (*Acer tegmentosum*)、花楷槭 (*A. ukurunduense*)、花楸 (*Sorbus pohuashanensis*)。

林下灌木稀疏, 覆盖度不过 10—20%, 以光萼溲疏 (*Deutzia glabrata*)、东北山梅花 (*Philadelphus Schrenkii*) 为主, 其次有天女木兰 (*Magnolia parviflora*) 和瘤枝卫茅。

粗茎鳞毛蕨 (*Dryopteris crassirhizoma*) (cop.²-soc.) 为草本层的代表植物。

林中有较多的藤本植物缠绕于乔木之间, 有时在“林窗”地段形成茂密藤丛, 主要由狗枣子 (*Actinidia kolomikta*) 构成。

林下有零星针叶幼树, 如沙冷杉 (*Abies holophilla*) 和紅松 (*Pinus koraiensis*), 生长在腐殖质土层较厚地段。

乱石窖砾石直径在 0.5—1 米左右, 大者 2 米有余, 均具稜角, 深度不明。乔木根系分布在 90—100 厘米以上的砾石縫隙之间, 根系被腐殖质土包覆。腐殖质土由枯枝落叶分解而成, 微酸性 (pH 6.0—6.5)。砾石上苔蘚层厚 3—4 厘米, 下部土壤层厚 6—8 厘米, 砾石間低凹部分为枯枝落叶层覆盖。

云冷杉-闊叶林: 在中山地带 900—1,100 米的无填充物坡地乱石窖上分布较广 (寬甸白石砾子, 恆仁老秃頂子等地), 乱石窖上集材运输十分不便使这类森林得以保存。乔木高 20—30 米, 郁闭度 0.9—1.0, 针叶树主要为魚鳞云杉 (*Picea jezoensis*) 和臭冷杉 (*Abies nephrolepis*) 和少量的紅松, 闊叶树以枫樺为最多, 亚乔木层由花楷子、青楷子和鵝耳櫪 (*Carpinus erosa*) 組成。

下木星散，覆盖度 5—20%，主要有天女木兰、东北山梅花、早花忍冬和很少的尖叶茶藨 (*Ribes Maximowiczianum*)。

粗茎鳞毛蕨是草本层的典型植物 (cop.¹)，其次有肾叶兔儿伞 (*Cacalia kamtschatica*) (sp.)、北重楼 (*Paris verticillata*) (sp.)、山茄子 (*Brachybotrys paridiformis*)、升麻 (*Cimicifuga dahurica*)，下层有較多的山酢浆草 (*Oxalis acetosella*) (cop.¹)。

乔木上纏繞有藤本植物狗枣子和軟枣子 (*Actinidia arguta*)。

砾石直径 1—2 米，有时达 3—4 米之巨。全覆苔藓层，主要由塔藓 (*Hylacomium splendens*) (cop.²) 組成，其中混有柏状灰藓 (sp.)、高山金发藓 (*Polytrichum alpinum*) 和鹿角卷柏 (*Selaginella Rossii*) (sol.)。砾石間凹地枯枝落叶层厚 10 厘米左右，下部腐殖质土层亦在 10 厘米以上，pH 5.0—5.5。

云、冷杉的根系呈板状埋伏于砾石的苔藓层下，侧根呈爪状伸入砾石側面的空隙中。

林下云杉的自然更新良好，砾石苔藓层上云杉幼苗有时达 20 余株/米²。

2. 有填充物坡地乱石窖的植被类型

在有填充物坡地乱石窖上曾見到杂灌丛、樺木林、紅松-沙冷杉-闊叶林和紅松-云杉-闊叶林等羣落。这种乱石窖多处于山坡中下部，坡度不大，易于采伐，目前以杂灌丛和樺木林居多，紅松-闊叶林多殘存在边远的中山上部(寬甸白石砾子、恆仁老秃頂子、本溪的和尙帽子等地)。

杂灌丛：分布于針-闊叶混交林內皆伐迹地或撩荒地、火烧迹地上，面积較广，灌木組成复杂，无明显优势种，有托盘 (*Rubus crataegifolius*)、刺五加 (*Eleutherococcus senticosus*)、刺老鴉、毛接骨木 (*Sambucus buergeriana*)、翅卫茅 (*Kalonymus macroptera*)、黄花忍冬 (*Lonicera chrysantha*)、毛榛 (*Corylus mandshurica*) 等組成，灌丛郁密，覆盖度 80—90%。其中混有大量的幼树，如色木、云杉、枫樺、紅松等。

草本层更加复杂，有肾叶兔儿伞 (cop.¹)、假茵芹 (*Spuriopimpinella brachycarpa*) (cop.¹)、大叶糙苏 (*Phlomis maximowiczii*) (sp.)、苔草 (*Carex* sp.) (sp.)、稜子芹 (*Pleurospermum camtschaticum*) (sp.) 等。

樺木林：为辽东中山地区 800—1100 米有填充物坡地乱石窖上主要的羣落。組成树种为枫樺，多为純林，郁闭度 0.7—0.8，有时含有紫椴、花曲柳 (*Fraxinus rhynchophylla*)、鵝耳櫪、灯台树 (*Cornus controversa*)。

下木以东北山梅花最多，并有毛接骨木和刺五加等，覆盖度 40—60%。草本层中主要为尾叶香茶菜 (*Plectranthus exisus*) (cop.¹) 和肾叶兔儿伞 (cop.¹)。

砾石直径 0.5—1 米左右，蒙受一定风化，砾石間被砂土或粘土物質填充，黑土层厚 2—3 厘米。

紅松-沙冷杉-闊叶混交林：仅少量的殘留在中山地区 600—900 米的有填充物坡地乱石窖上，填充物丰富，土质比較肥沃。乔木高 20—30 米，胸径 40—60 厘米，郁闭度 0.8—0.9，主要树种有紅松、沙冷杉、色木、枫樺和胡桃楸 (*Juglans mandshurica*)。

灌木层比較发育，覆盖度 50—60%，以毛榛和天女木兰最多，其次有毛接骨木、早花忍冬、东北山梅花和八角枫 (*Alangium platanifolium*)。

草本层以粗茎鳞毛蕨为主 (cop.¹-soc.)，其次有假茵芹和北重楼等。

乱石窖坡度在 10—20°，砾石之间有丰富的泥砂物质，土壤比较肥厚，pH 5.0—6.0，砾石长径 1—2 米，受一定风化，上覆苔藓层，其中有较多的朝鲜虎耳草 (*Saxifraga Fortunei* var. *koraiensis*)。

红松-云杉-阔叶混交林：残存在中山地区 800—1000 米的有填充物坡地乱石窖上。乔木发育良好，高 20—30 米，郁闭度 0.9—1.0。主要树种有红松、鱼鳞云杉和少量的臭冷杉，阔叶树中以枫桦最多，其次有花楸、色木，亚乔木层中有青楷子、花楷子和水榆 (*Micromelis alnifolia*)。

灌木层高 9—4 米，覆盖度 50—60%，分布较均匀，以翅卫茅、暴马子 (*Syringa amurensis*) 和毛榛最多，其次有绒毛山忍冬 (*Lonicera ruprechtiana*)、天女木兰和刺五加。

草本层中粗茎鳞毛蕨 (cop.²-soc.) 和假茵芹 (cop.¹) 最多，并有大叶糙苏、肾叶兔儿伞和尾叶香茶菜。

藤本植物十分发育，有狗枣子、软枣子和山葡萄 (*Vitis amurensis*)。

砾石长径 1 米左右，大者 3—4 米。砾石间泥砂丰富，土壤黑土层厚 4—5 厘米，枯枝落叶层厚 2—5 厘米。红松枫桦生于砾石间土壤中，云杉多生长在砾石面上，苔藓层厚 4—5 厘米。

3. 凹地沟谷乱石窖的植被类型

凹地沟谷乱石窖上见有苔草群落，珍珠槐灌丛、胡桃楸林和香杨-大白柳林，其中以珍珠槐灌丛和胡桃楸林分布最广，胡桃楸林可作为凹地沟谷乱石窖的指示性群落。

苔草群落：由几种苔草 (*Carex* ssp.) 组成，稀疏分布，覆盖度 5—25%，以鸭绿苔草 (*Carex jaluensis*) (cop.¹) 为主，为凹地沟谷乱石窖的先导植物之一。高 30—60 厘米，其中有少量的卷耳 (*Cerastium caespitosum*) (sp.)。苔草群落中常有较多的乔木幼苗，如大青杨 (*Populus koreana*)、山桃稠李 (*Padus maackii*) 等生长良好。

珍珠槐灌丛：灌木高 2 米左右，郁密，覆盖度 80—90%，难以通过。纯由星毛珍珠槐 (*Sorbaria steliptita*) 组成。下草层不明显，灌丛中缠绕大量的北五味子 (*Schizandra chinensis*) 和山葡萄。砾石间土层较厚、湿润肥沃。

胡桃楸林：辽东山地凡 700 米以下的凹地沟谷乱石窖多被胡桃楸林占据。乔木高 10—20 米，郁闭度 0.9—1.0。缠有大量的藤本植物 (狗枣子、软枣子和山葡萄)，有时难以通过。胡桃楸居绝对优势，含有少量的大果榆、裂叶榆和山桃稠李。

灌木层中有暴马子、东北山梅花和星毛珍珠槐等，数量不多，稀疏分布。

草本层中以猴腿蹄盖蕨 (*Athyrium multidentatum*) (soc.) 为主，高 30 厘米。

砾石直径 0.5—1.0 米，大者 2—3 米，砾石间黑土层深厚肥沃 (pH 7.0 左右)，地下水位高，夏季受暂时流水影响。

香杨-大白柳林：仅分布在中山地区 700 米以上的凹地沟谷乱石窖上，坡度有时达 40°，乔木高 20—30 米。郁闭度 0.9—1.0。上层乔木主要是香杨和大白柳 (*Salix maximowiczii*)，有少量的枫桦，亚乔木层中有鹅耳枥和花楷子等。

灌木层不发育仅有零星分布的星毛珍珠槐和刺五加。草本层亦不发育，只有稀疏的粗

茎鳞毛蕨(sp)。林中含有較多藤本植物。

砾石直径 0.5—1.0 米,上覆苔藓层,砾石間有深厚的枯枝落叶层(厚 20 厘米左右),土壤湿润肥沃。

三、“乱石窖”上植被的演替

随着植被的发展,在同一地方不同植物羣落的相继更替过程即为演替。乱石窖上植被的演替是在乱石窖这一特定的裸地上先长那类植物,又经过那些中间类型,最后进入一个与该环境条件处于平衡状态的相对稳定羣落。

乱石窖上植被的演替过程、速度以及演替各阶段的种类成分均决定于该裸地所处的大气候状况和裸地本身的生境特点。本区优越的气候条件十分有利于植被的正向演替,但是处于同一气候条件下的不同乱石窖,因生境条件的不同,其演替过程亦有很大差别。

1. 无填充物坡地乱石窖上的植被演替

无填充物坡地乱石窖属于极度缺水乏养的环境,植物羣落占据这种裸地要经过較长的时间和特殊的途径。

我们采用对典型地段空间演替系列、羣落种类成分和生境条件等分析对比的方法,得出时间上的演替规律。

辽东宽甸青顶子山海拔 790 米,其东北坡全为无填充物坡地乱石窖。砾石直径在 40—100 厘米,大者 2 米以上,为坚硬的石英岩。在该乱石窖上记载到以下各植物羣落:地衣-紫萼藓羣落,石蕊-垂枝藓羣落,狗景天羣落,杜鹃、繡线菊灌丛和杂木林。各羣落的特点已如前述。表 2 表明各羣落的建羣种及各层的优势种,黑线的粗细概略表明各个种的数量。分析了各羣落的种类成分、生态特点及生活力之后,我们认为各羣落的建羣种并

表 2 各建羣种在乱石窖上出现的顺序

羣落 各层 建羣种	地衣 羣落 紫萼藓	石蕊 羣落 垂枝藓	狗景天羣落	杜鹃 灌丛 繡线菊	杂木林	红松-阔叶林 沙冷杉
红松、沙冷杉						—————
杂阔叶树					—————	—————
东北山梅花					—————	—————
迎红杜鹃				—————		
粗茎鳞毛蕨					—————	—————
小水龙骨				—————		
狗景天			—————			
菲氏羽藓			—————	—————		
柏状灰藓			—————	—————		
垂枝藓		—————				
石蕊		—————				
叶状石衣	—————					
紫萼藓	—————					
壳状地衣	—————					

非稳定不变,而是遵循着一定次序不断地相继更替,各建群种在乱石窖上出现的顺序大致如表 2 中自左下角到右上角所示。

演替从无填充物坡地乱石窖裸地开始,光秃的砾石上光、热、水和营养条件十分严酷,最初生长在这种环境的植物必然是耐干旱贫瘠,能牢固固着在岩面上的壳状地衣(图 2),经过一定时期,紫萼藓的孢子落到壳状地衣体上之后,便能萌发生长,一方面它获得地衣死亡分解的养分,另一方面借助地衣固着在岩面上。成丛的紫萼藓(图 3)出现引起生境条件的改变,从此雨、风带来的细小土粒便被阻留积累下来。紫萼藓枯萎的茎叶分解成一部分腐殖质,紫萼藓分泌的有机酸对岩石的腐蚀作用又从岩面上分离出少量的无机盐分,于是岩面诞生了真正的土壤,这一微薄的土壤层(1—5 毫米)亦能贮藏少量的水分,随着土壤的形成水热,营养条件得到了改善。喜光的苔藓(垂枝藓等)便入侵定居下来,形成厚 4—7 厘米的苔藓层,其下部的紫萼藓逐步死亡,周围的便向四下扩延。苔藓层下土壤可增厚到 3—4 厘米。苔藓层具有强烈的吸水性,据笔者测定由垂枝藓和柏状灰藓组成的苔藓层,贮水量为其自身干重的十倍。苔藓层中的水分除供给植物生长外,通过蒸发和植物的蒸腾亦可缩小温差。可见这时的环境条件已发生了根本的改变。从壳状地衣到苔藓层的形成,包括地衣-紫萼藓群落,石蕊-垂枝藓群落。把这一时期定为乱石窖裸地植被演替的初期,叫做地衣-苔藓群落阶段。从裸地到地衣-苔藓群落的形成,估计最少要经过 2—3 百年的时间¹⁾。

经过地衣-苔藓群落对砾石的“开拓”之后,落入苔藓层中的草本植物种子便能萌发生长,首先出现的是喜光照、耐酸性、对干燥生境具有一定适应能力的种类(如狗景天),这时的代表群落为狗景天群落(图 4)。由于枯枝落叶的来源增多,苔藓层下土壤增厚到 3—6 厘米,酸性(pH 4.5)。丛生的狗景天及其庞大的垫状根系使水热条件更加改善,此为演替过程中的草本植物群落阶段。

草本植物群落出现之后,灌木亦相继侵入。在草本植物群落的苔藓层下首先能萌发生长并形成灌丛的是喜光、耐酸性、耐瘠薄干燥土壤的种类,如迎红杜鹃、乌苏里繡线菊等。杜鹃、繡线菊灌丛是这时的代表群落(图 5)。随着灌木层的郁闭,阴湿的群落环境的形成,原来喜光的草本植物和苔藓已不能继续生存,逐渐衰退并为喜阴种类所代替,如狗景天的衰弱和消逝,小水龙骨、乌苏里瓦葺和宽叶苔草的增多;垂枝藓被菲氏羽藓所代替。苔藓层下的土壤增厚到 6—8 厘米。灌木的根系水平分布于砾石上,侧根已能包围砾石,对砾石有一定的固定作用。

把草本植物群落和灌木群落生存的阶段定为乱石窖裸地植被演替的中期,从初期到中期虽然环境条件有所改变,也需要较长时间才能完成。

灌木群落进一步将发展成红松-沙冷杉-阔叶林和云、冷杉-阔叶林。随着乔木的出现原灌丛的阳性种类逐渐被阴性灌木代替,如东北山梅花、光萼溲疏和天女木兰等;林下草本层的代表植物为典型的喜阴湿的粗茎鳞毛蕨。

由于枯枝落叶的增多,土壤层厚达 10 厘米以上,并由强酸性转为弱酸性(pH 5.0—5.5),土壤组成物质主要由植物残落体分解而成。高大乔木的根系以爪状固着在砾石上

1) 据访问青顶子山处于地衣-苔藓群落阶段的无填充物坡地乱石窖,在 2—3 百年以前就已存在,因此从裸地到苔藓群落的形成不会少于 2—3 百年的时间。

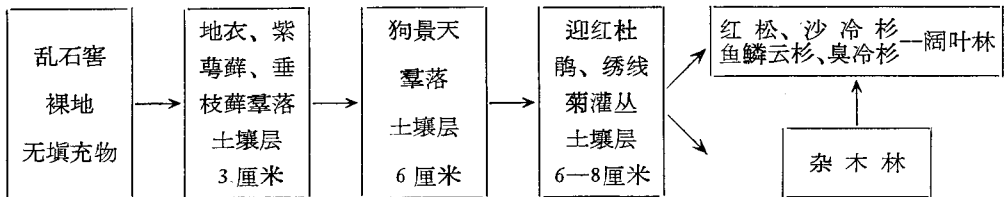
或穿插在砾石縫隙間，对砾石有較大的固定作用(图 6)。

紅松和沙冷杉进入灌丛的前提条件是土壤增厚到一定程度或砾石間积累一定数量的泥砂物質。根据无填充物坡地乱石窖分布的特点和針闊叶混交林下砾石风化的程度来看，灌丛的进一步演替，針闊叶混交林的形成，唯有靠植物殘体的分解使土壤增加来完成。

魚鳞云杉为浅根性乔木，側根非常发达，喜湿润而耐瘠薄，只要砾石上被覆苔蘚层，下部有足够的腐殖質层，魚鳞云杉的种子便能在灌丛的砾石上萌发成长，形成高大的乔木林。

如果乱石窖所在地区針叶树极为稀少(由于旧社会长期的砍伐)，乱石窖灌丛需要通过一个或长或短的杂木林而发展成針闊叶混交林。

由灌木羣落发展到乔木羣落为乱石窖裸地植被演替的后期。根据該区区域气候特点，本文认为由裸地演替到針-闊叶混交林，即紅松、沙冷杉-闊叶林和云、冷杉-闊叶林时，便与該区的环境条件处于平衡状态，进入了一个相对稳定时期，該羣落可以自行更新保持下去，其进一步改变将取决于地质-气候因素的变化，因而它是頂极羣落。



无填充物坡地乱石窖上植被的正向演替

随着植物羣落的发展，同一地点从壳状地衣演替到乔木羣落，区域气候未发生任何改变，生境条件却发生了质的变化，从光秃的岩面轉变成比較阴湿，具有一定厚度土壤层的乱石窖生境，这种变化是植物本身生活过程的结果，一类植物的生活为后期另一类植物的侵入創造条件。在整个演替过程中砾石表面风化极为微弱，土壤的积累主要来源于植物殘落物的分解。植物殘落物的数量和分解速度对无填充物坡地乱石窖植被的演替具有重要意义。在种种因素的影响下，植物殘落物的数量在空間上的分布是不均匀的，此必引起演替进程在空間上的差别，所以处于同一气候条件下，同一山坡，同一坡向和海拔高度大致相同的乱石窖上的各种羣落乃是乱石窖上植被演替过程中发展的不同阶段。

2. 有填充物坡地乱石窖上植被的演替

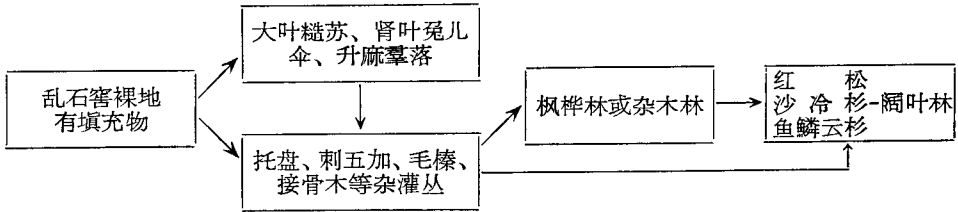
有填充物坡地乱石窖裸地多为人为活动、火災虫災等使森林破坏后产生，山嘯后在山坡中下腹亦能形成，但比較少見。因而裸地中常常殘留有或多或少的土壤层，又有較多的泥砂，对植被的演替极为有利，这种地段发生山嘯的机会又少，演替的总进程最为迅速。

因为有殘留土壤层，演替从草本植物羣落开始，或草、灌同时經過一个不长的灌木阶段形成乔木羣落，在針叶树丰富的情况下不經過中間闊叶林亦能轉变为針-闊叶混交林。

在裸地上首先出現的草本植物如大叶糙苏、肾叶兔儿伞、升麻等形成高达 1 米余的草丛。接着进入草本羣落的灌木有托盘、刺五加、刺老鴉、接骨木、毛榛等形成密集的杂灌

丛。有时与草本羣落同时由藤本植物狗枣子等形成茂密的藤丛，再由灌丛或藤丛转入乔木羣落。首先形成枫桦林或杂木林，再形成红松-沙冷杉-阔叶林或云、冷杉-阔叶林。由于旧社会长期的破坏，除少数中山地区外，大部分地区针叶树十分贫乏，演替将在一个比较长的时期内停留在阔叶林阶段。

由此可见，有填充物坡地乱石窖裸地上的植被演替与无填充物坡地乱石窖裸地上的植被演替最终都将归结于同一个与区域气候条件相适应的顶极羣落，其主要差别在于后者需经历一个较长的地衣-苔藓羣落阶段。



有填充物坡地乱石窖上植被的正向演替

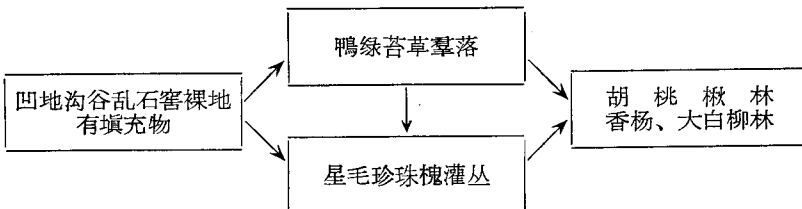
3. 凹地沟谷乱石窖上植被的演替

凹地沟谷乱石窖由于砾石间填充丰富的泥砂物质、地下水位高、又受暂时流水影响，在该裸地上开始的植被演替不必经过地衣-苔藓羣落阶段，甚至草、灌两阶段也不易分开，常常是草灌乔三者齐头并进，步入乔木羣落，因而演替时间大为缩短。

首先占据山嘴后形成的凹地沟谷乱石窖裸地的是喜砂性土质，喜湿性植物种类，如卷耳、苔草等。它们首先定居在砾石间或砾石上的砂质土上，继而扩大，形成苔草羣落，与苔草羣落的同时灌木和乔木亦能出现（图7），若不受干扰能直接形成乔木羣落。但是凹地沟谷中经常受到强大的暂时流水的冲激，中间常常需要经过一个灌丛阶段，如星毛珍珠槐构成的密灌丛。

凹地沟谷乱石窖上植被演替的后期，代表羣落为胡桃楸林和香杨大白柳林。但是演替常常因为山嘴或强大径流作用而停留在初、中期或反复进行。这两类林型与凹地沟谷乱石窖湿润肥沃的环境处于平衡状态，可以自行更新下去，为演替的相对稳定时期；也是顶极羣落，其进一步变化取决于地质因素的改变。

为了区别上述两种顶极羣落，把适应于该区域气候条件的针-阔叶混交林称作地带性顶极，把适应于沟谷气候受地下水直接影响的阔叶林称作隐地带性顶极。



凹地沟谷乱石窖上植被的正向演替

上述三种演替均属正常的正向演替。实际上这种正向演替往往被偶然因素或人类的经济活动所打乱，或使演替向反向发展，或是重新开始，也可能比较长期地停留在顶极羣

落以前的某一阶段上。例如在强大的地表径流作用下发生山嘴，使处于顶极或顶极以前各阶段的乱石窖重新转为裸地，在一段稳定时期内演替又重新进行。人类对森林的破坏(包括不合理的采伐)往往使演替反向进行，由乔木林变成灌木林，由灌丛而草本群落，也可能较长期地停留在杂木林和灌丛(如柴场)阶段。森林火灾和虫灾之后，砾石表面土壤层若不遭到强烈的流失，演替亦能重新从草本群落开始。

根据上述对三种不同类型乱石窖裸地上植被演替的分析，再结合因各种因素作用而引起的反向演替，绘制一综合图式加以表示(图 1)。

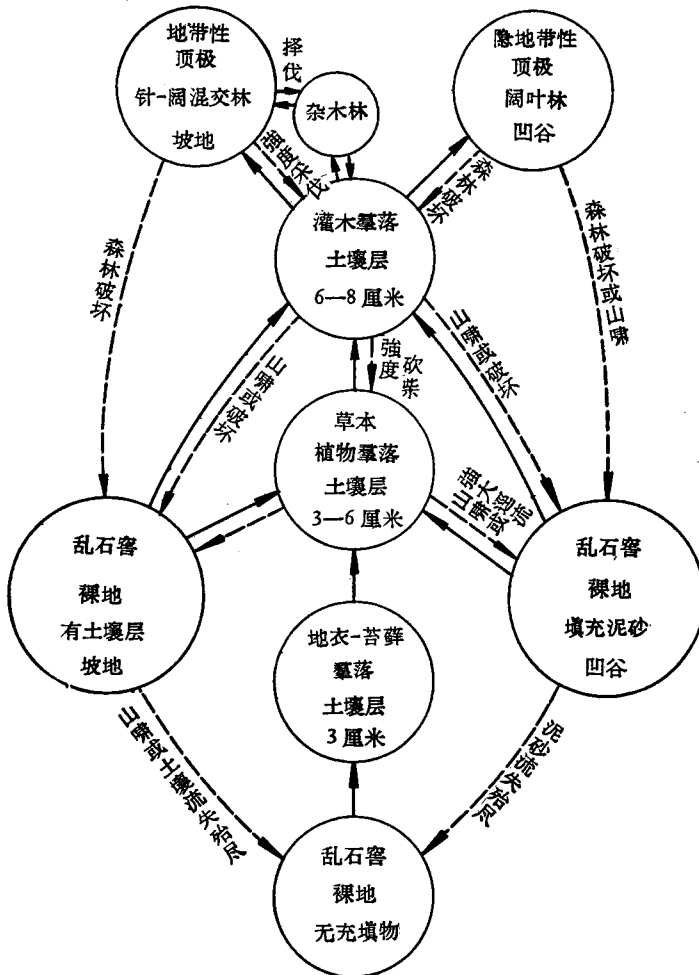


图 1 乱石窖植被演替综合图式

概括起来,对乱石窖上植被的演替初步得到以下各点体会:

1. 乱石窖裸地植被演替是在区域气候条件不发生变化的情况下进行的。植物自身生活过程所引起的生境条件的改变,乃是发生演替的原因。
2. 无填充物坡地乱石窖裸地上的植被演替需要经过一个较长的地衣-苔藓群落阶段。在辽东山地的气候条件下,从裸地到顶极群落在正常的条件下所需的时间初步估计至

少比土质裸地长 2—3 倍。在正常的演替过程中乱石窖砾石风化微弱,土壤的形成主要取决于植物残落物的数量和分解。

3. 凹地沟谷和有填充物坡地乱石窖裸地因水分、营养条件比较优越,演替不需要经过地衣-苔藓阶段便能进入乔木林,演替进程较快。凹地沟谷乱石窖容易发生山啸使演替常常中断或重新开始,因此有填充物坡地乱石窖上植被演替的总进程最为迅速。

4. 乱石窖裸地上植被的演替过程是群落结构不断复杂和完善的过程,地上层次由零增加到 7—8 层,地下根系至少增至 3 层。因此,随着演替的进展,植被对地表径流的调节作用以及对乱石窖的固定作用不断地增强,演替到顶极群落阶段这两种作用的效能最大。

四、关于“乱石窖”植被的经营管理及其恢复的意见

1. 无填充物坡地乱石窖上森林植被的形成,在自然情况下所需时间较长,应当严格加以保护。

2. 乱石窖上的森林植被对地表径流的调节作用和防止山啸的发生方面具有特殊的效能,目前任何工程设施也做不到这点,这种作用的价值是树木木材价值所不能比拟的。所以乱石窖上的森林应当以利用其径流调节作用和固定乱石窖、防治山啸的效能为主,利用木材为副。

3. 生长在无填充物坡地乱石窖上的林木、根系均分布在砾石面上或穿插于砾石缝隙之间,砾石面苔藓层下土壤层最厚不过十余厘米。这种地段,在目前的造林技术水平下根本不能采用人工更新。但自然更新却十分良好,砾石面上云杉幼苗有时多达 10—20 株/米²。即使在有填充物,土层较厚的乱石窖上实行皆伐或过渡择伐而采取人工更新,也必然引起水土流失,有导致山啸的危险。在乱石窖上唯有采取自然更新才能保证森林的永续利用,长期保持在演替的顶极群落阶段,以发挥其最高的径流调节作用和固定效能,减少山啸的发生,所以皆伐和强度择伐都是不适宜的。

4. 乱石窖汇水地区的森林具有调节乱石窖上地表径流的作用,其下部的沟谷森林又具防止流水侵蚀的效益,凡属这类地段均应禁止皆伐和过渡择伐,以免水土流失和乱石窖移动。

5. 演替处于灌木阶段的无填充物乱石窖应当以人工促进它加速进入乔木阶段。可选择阴性乔木,如沙冷杉、鱼鳞云杉和臭冷杉等实行苔藓层下直播。

6. 同样可以选择喜光耐酸性瘠薄土壤的灌木,如乌苏里繡线菊、迎红杜鹃等在草本植物群落苔藓层下实行直播,以促进加速转入灌木群落。

7. 在地衣-苔藓群落的初期阶段或乱石窖裸地上可采用枝桠覆盖法来缩短演替的时间。把由邻近森林中剪伐的枝桠(在不影响郁闭度的情况下)覆盖在乱石窖裸地或地衣-紫萼藓群落上,经过一定时期枝桠腐烂分解,增加砾石面上的有效养分,它具有枯枝落叶层的同样作用,既能调节水分,又利于植物种子和孢子的停留、萌发,加速演替的进行。

8. 在处于灌木群落和草本群落阶段的有填充物坡地乱石窖上可以直接造林。低坡地上可造红松、沙冷杉、枫桦等混交林,高坡地上可造红松、鱼鳞云杉、臭冷杉和枫桦等混交林,谷地里造胡桃楸林和水曲柳、香杨等阔叶林。若人工和树苗暂有困难,实行严格的封山育林措施,依靠其自然演替亦可收到良好的效果。



图2 砾石上的叶状地衣小羣落



图3 叶状地衣(白色)被紫萼藓(黑色)代替



图4 狗景天羣落下部混生着小水龙骨



图5 由迎红杜鹃、乌苏里绣线菊和关东丁香等组成的灌丛



图6 乔木(鱼鳞云杉)根以爪状固着在砾石面上,根系为苔藓层包覆



图7 有填充物沟谷乱石窖苔草羣落中含有很多的香杨树苗,生长十分良好

参 考 文 献

- [1] 刘慎谔等: 1955 年。东北木本植物图志, 科学出版社。
- [2] 刘慎谔: 1959 年。论植被演替理论基础, 兰州大学(油印本)。
- [3] 竹内亮、祝廷成: 1959 年。中国东北经济树木图说, 科学出版社。
- [4] 黄锡畴等: 1959 年。长白山北侧自然景观带, 地理学报 25 (6)。
- [5] 欧斯汀, H. J.: 1960 年。植物羣落的研究, 科学出版社。
- [6] Воронов, A. Г.: 1963 年。Геоботаника, Государственное издательство «высшая школа», Москва。
- [7] 迪尔恩巴乌姆, H. C.: 1958 年。居民区山洪的防治, 水利出版社。
- [8] 祖波夫, 谢·米.: 1959 年。普通自然地理, 商务印书馆。
- [9] Марков, M. B.: 1962 年。Общая Геоботаника, Государственное издательство «высшая школа», Москва。
- [10] 苏卡乔夫, B. H. 等: 1958 年。林型研究方法, 中国林业出版社。
- [11] 莎巴林娜, И. А. 1960 年。植物地理学, 上海科学技术出版社。