

水土保持工程学

〔日〕 驹村富士弥 著
李 一 心 译

SHUITU
BAOCHI
GONGCHENGXUE

辽宁科学技术出版社

水土保持工程学

〔日〕驹村富士弥 著
李 一 心 译
臧 镛 高恒华 校

辽宁科学技术出版社

水土保持工程学
Shuitu Baochi Gongchengxue

(日) 驹村富士弥 著
李一心 译

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)
辽宁省新华书店发行 沈阳市第二印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 17 1/2 字数: 370,000
1986年11月第1版 1986年11月第1次印刷

责任编辑: 栾世祿 责任校对: 东戈
封面设计: 吴泽宽

印数: 1—3,230

统一书号: 16288·130

定价: 1.35元

译 者 的 话

水土保持工作一直受到世界各国的高度重视，这方面我国同世界先进国家相比还有一定的差距。水土流失等自然灾害，严重威胁着人民的生命和财产的安全，直接影响四化建设的进行，加强这方面的工作具有十分重要的意义。

本书的作者1959年毕业于东京大学农学院林学系，多年从事水土保持方面的教学和研究工作，造诣很深。本书中，作者总结了近二十年来水土保持方面的研究成果，就水土保持的基本理论和实践做了较系统的论述，对水土流失的综合治理有一定的参考价值。

日本的水土保持工作处于世界领先地位，阅读本书时，应结合我国的具体情况，借鉴先进经验，寻求进一步做好我国水土保持工作的依据。

本书在翻译过程中，沈阳农学院农业工程系副教授臧儒自始至终给予了鼓励和帮助。臧儒副教授和辽宁省水利学校高恒华同志一起校核了译稿，全稿最后经臧儒副教授审阅，并得到了辽宁省水利电力厅的多方面支持。在此一并致以衷心的感谢。

翻译时，尽管想努力再现出作者的原意和风格，但限于水平，肯定会有不妥甚至错误的地方，敬请读者指正。

译 者

1985年2月

前 言

在我国，特大暴雨伴随地震造成的灾害，占自然灾害的主要部分，由特大暴雨引起的灾害，每年都在我国各地发生，因此，人民的生命、财产受到巨大损失。特大暴雨引起的灾害中，主要的是山洪暴发、滑坡、泥石流等，而涉及到有关防御泥沙等灾害方面的措施就是水土保持。

水土保持工程学汲取了与之有关的学科的研究成果，使该学科的内容逐渐充实。我国的水土保持工程可以说处于世界领先地位，但是，从我国遭受许多泥沙灾害的现状来看，自然灾害并没有减少。因此，在理论方面、技术方面还存在着许多急需解决的问题。当然，解决这些问题，需要很多人经过长期的研究，获得可靠的成果。

本书叙述了水土保持的理论、实践和与水土保持工程方面有关的各种问题。在第 I 篇中，用“水土保持的基本理论”和引用的最近发展起来的塑性理论和流变学等，对山地的斜坡变形、水土流失及山洪暴发、滑坡、泥石流等进行了阐述；第 II 篇为水土保持工程，就斜坡侵蚀防御工程（山腹工程、溪流工程、防沙坝、滑坡防御工程等进行了阐述。

与水土保持有关的书籍，目前已有出版，不需要学疏才浅的笔者再来执笔，但是把最近二十年间许多前辈在“水土保持”方面的研究成果加以整理，对今后的发展是会起到一些

作用的，因之动笔了。这样，本书参考了许多前辈的著作，如果引用部分有错误，那就是由于我学识浅薄而造成的，对此，如蒙指正赐教，则甚感荣幸。

本书系在恩师东京大学名誉教授荻原贞夫博士、东京大学副教授山口伊佐夫博士诚恳指导下完成的，在此致以衷心的感谢。另外，对经常给予鼓励的三重大学渡边武夫教授和在百忙中通阅原稿的三重大学林拙郎教官致以谢意，同时对出版时给予大力帮助的森北出版株式会社的森崎满先生表示谢意。

作 - 者

1978年3月

符 号

- a 系数
- A 系数, 面积
- b 系数, 坝的堤冠厚度
- B 系数, 河道宽
- c 系数, 土的粘着力
- C 系数, 流速系数
- d 粒径 (d_m : 平均粒径, d_{50} : 50% 粒径)
- D 平均水深, 水脉厚度
- D_{10} 有效粒径
- e 空隙地
- E 杨格 (Young 杨氏系数) 率, 侵蚀土沙量
- f 迳流系数, 浸透强度 (f_0 : 初期—, f_c : 终期—), 摩擦系数, 函数记号
- F 福劳德 (Froude) 数, 安全度
- g 重力加速度
- G 剪变模数, 弹性系数, 比重 (G_s : 土的一, G_w : 水的一)
- h 水深 (h' : 溢流—, h_c : 临界—, h_0 : 均流—), 高度
- H 滑面深度, 坝高
- H_e 能量水头, 水面落差
- i 河床坡度, 地表面倾斜角
- I 水面坡度, 降雨强度, 横截面二次力矩

- I_p** 塑性指数
k 系数, 土压系数 (k_a : 主动—, k_p : 被动—)
K 频率系数, 退水系数
l 长度
L 谷长, 坝的堤冠长度, 堤坝顶宽
m 修正系数
M 沙砾体积, 力矩
n 糙率系数, 空隙率
N 河谷数, 样本数, 垂直应力
p 压强 (p_w : 水压强, p_e : 土压强) 分布荷载, 润周
P 压力 (P_w : 水压, P_e : 土压), 树木重量
q 单位宽度流量, 分布荷载
q_b 单位宽、单位时间的流沙量
Q 流量, 树根拔出时的抵抗力
r 降雨强度, 滑弧半径
R 径深, 雨量 (R_e : 有效—)
 曲率半径 (R_1 : 河道内侧—, R_2 : 河道外侧—)
 比 (R_b : 分歧比, R_l : 谷长比, R_s : 坡度比,
 R_A : 面积比), 抵抗力
S 坡度, 饱和度
t 时间
T 时间 (T_e : 到达—), 年数
u 空隙水压
U 滑坡移动量
U* 摩擦速度 (U_{*c} : 临界—)
v 流速 (v_c : 临界—)
V 容积 (V_v : 空隙—, V_s : 土颗粒—)

- w 含水比 (w_L : 液性界限, w_P : 塑性界限; w_s : 收缩界限)
 W 重量 (W_w : 水的一, W_s : 土的一)
 x 横坐标
 X 横坐标
 y 纵坐标, 挠度 (y_B : 固定梁的一, y_c 悬臂梁的一)
 Y 纵坐标
 Z 高度
 α 系数, 角度
 β 系数
 γ 系数, 欧拉 (Euler) 常数, 剪断歪扭, 单位体积重量 (γ_w : 水的一, γ_s : 土的一)
 δ 系数, 土与壁面的摩擦角
 ε 歪扭
 η 粘滞系数
 θ 角度, 倾斜角
 λ 表示沙砾混合状态系数, 延迟时间
 μ 波桑 (Poisson) 比, 摩擦系数
 ν 动粘滞系数
 ξ 确率变量的对数, 积分变量
 π 圆周率
 ρ 水的密度
 σ 沙砾的密度, 垂直应力
 τ 缓和时问, 剪断应力
 τ_0 牵引力 (τ_c : 临界一)
 ϕ 土的内部摩擦角, 函数符号
 Ψ 函数符号

目 录

译者的话
前 言
符 号

第 I 篇 水土保持的基础理论

第 1 章 绪论	1
1—1 水土保持的意义	1
1—2 水土保持工程学及与其相关联的学科	2
第 2 章 山地的地形	2
2—1 地形轮廓	2
2—2 水系网	8
第 3 章 山地水迳流	14
3—1 流域划分	14
3—2 雨量	15
3—3 雨量及迳流量	23
3—4 森林与迳流的关系	30
第 4 章 溪流中水的流动方式	33
4—1 关于水流动的基本理论	33
4—2 流速	39
4—3 水面形状	45
第 5 章 溪流中泥沙的移动与沉积	49

5—1	牵引力理论	49
5—2	冲击力理论	54
5—3	溪床坡度及坝的堆沙坡度	56
第6章	斜坡的侵蚀	63
6—1	侵蚀机理与侵蚀的泥沙量	63
6—2	植被与斜坡侵蚀	68
第7章	斜坡的崩溃	69
7—1	土的一般性质	69
7—2	土的强度	79
7—3	土体的内应力	83
7—4	发生崩溃的机理	90
7—5	树木对斜坡的稳定效果	98
第8章	斜坡上土块的变形及流动	104
8—1	流变学的基本理论	104
8—2	土的流变学	116
8—3	滑坡	122
8—4	泥石流	133

第Ⅱ篇 水土保持工程

第9章	水土保持工程概述	141
9—1	水土保持工程的目的	141
9—2	水土保持工程的历史	141
第10章	斜坡侵蚀防御工程	144
10—1	意义	144
10—2	山腹基础工程	145
10—3	山腹绿化工程	151
第11章	溪流工程	156
11—1	概述	156

11—2	纵向侵蚀防御工程	156
11—3	横向侵蚀防御工程	158
11—4	河道工程	160
第12章	防沙坝	162
12—1	防沙坝的种类	162
12—2	防沙坝各部分的设计	165
12—3	重力坝	171
12—4	三次元坝	183
第13章	滑坡防御工程	209
13—1	防御工程	209
13—2	控制工程	214
附录 1	第 2 章(2—3)式微分方程 $\frac{\partial z}{\partial t} = a \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}$ 的解法	221
附录 2	特性曲线和滑动曲线方程	223
附录 3	力的平衡方程	226
附录 4	马德利克斯矩阵的计算法	229
参考文献	233

第 I 篇 水土保持的基础理论

第 1 章 绪 论

1—1 水土保持的意义

由于地球表面经常受到各种各样的外力的作用，表层物质被分化解体，一面产生沙砾，一面在变形。这样产生的沙砾，是长年累月缓慢进行的。由此地形轮廓受侵蚀，也就是所说的“地质学的侵蚀”，在这种情况下，人类社会蒙受的损失并不太大。可是，再加上乱伐森林，强行开发土地等人为的作用后，当特大暴雨、地震等特殊自然灾害作用时，轮廓变化迅速加快，在短时间内产生大量的泥沙。这种激烈进行的轮廓变化叫做“加速侵蚀”，由此人类社会将蒙受巨大的损害，为使这种“加速侵蚀”所产生的损害尽量减少，为使人类能安全地生活，便进行各种各样水土保持的研究。

为了控制“加速侵蚀”，在防止和减轻泥沙灾害的目标下，人们把荒废的山地整治复旧，保护山地，用来防止灾害，我国农林部称此为治山；防止在流域内产生泥沙及伴随迳流所产生的灾害，建设部称此为防沙。

从治山、“防沙”的共同目标来看，基础理论研究及工程措施，两者可合并为一，为水土保持。

水土保持的对象为流域规划，从山地到海岸，涉及范围广阔，所研究的对象主要是山洪暴发、滑坡、泥石流、泥沙

侵蚀、雪崩、飞沙等。

1—2 水土保持工程学及与其相关联的科学

因为水土保持工程学所研究的对象为山洪暴发、滑坡、泥石流、泥沙侵蚀、雪崩、飞沙等，所以，林学或工程学为其基础。为了追究其原因，并确立防止对策，除水力学、水文学、应用力学、土力学、流变学、地质学、森林生态学、土壤学、气象学等必需的基础课程之外，还需要数学和统计学，此外为建设水土保持工程，河川工程学、混凝土工程学、土木施工学、造林学等技术学科也是必需的。

第 2 章 山地的地形

2—1 地形轮廓

地球表面具有各种各样的形状，而且还不断地变化着。现在的地表面的起伏状态，可以说是地球进行的地壳运动、剥蚀作用及相互作用的结果。

地壳运动，是从地球深处发生的运动，即由内营造力所产生的运动；表现在地表面上的剥蚀作用，是对地壳构成物质的破坏作用，如腐朽、侵蚀、搬运、堆积等，由外营造力产生的。

使山地加高的运动叫造山运动。为了探索其原因，许多地球科学分支在进行研究。由造山运动形成的山地，在漫长的岁月中，也有被外营造力解体的，一面产生沙砾，一面在变形。

作用在地表面的内、外二营造力是多种多样的，因此由

它们的组合而产生的地形变化，当然是复杂的。把这样的变化次序系统化、并适用于地形轮廓而建立起地形学基础的是达威斯 (W. M. Davis.)。

在地形轮廓中，以造山造陆运动形成的地表面为轮廓的始发点，将此称为原地形，这种原地形受到外营造力作用后逐次变化，在此情况下生成地形的后续变化有一定的顺序，将其变化阶段分为幼年期、壮年期（早壮年期、盛壮年期、晚壮年期）、老年期等阶段，这些阶段包括的所有过渡地形均演变为下一时期的地形（图2—1）。然后若再由外营造力作用，地表面再度被剥蚀，基准面趋于一致，或者形成几乎一致的准平原，地形变化形成最终期的这种地形叫做终地形。各阶段山地的特征可归纳为下列各点。

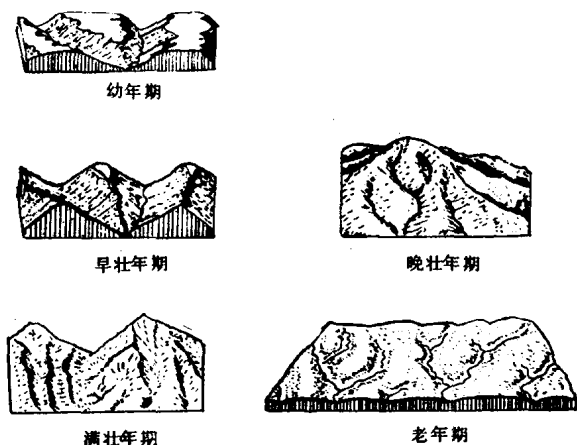


图2—1 山地侵蚀的轮廓 (达威斯Davis)

幼年山地 原地形表面虽受侵蚀，它仍然遗留着山顶或者山腹。另外山腹的上升斜坡全部或者一部分呈平衡斜坡。

早壮年山地 因侵蚀，原地形表面逐渐开阔，山脊呈马

鞍状，在各地残存着原地形表面的平顶峰。山谷为“V”字形，残留着很多峡谷。河水的侵蚀，由纵侵蚀向横侵蚀增强，故河川的下流呈“U”字形。作为这种地形的例子，可以举出大台原及其周围地形。

盛壮年山地 是山顶平坦地面几乎全部消失，山地斜坡变为直线状，与谷壁斜坡连成一线，山脊，则两侧的谷壁相交，变成锐利的棱线；另外，山峦起伏量与山谷密度最大也是这种地形的特征之一。在关东山地、足尾、赤石山地等处均分布着面积比较广阔的盛壮年山地。

晚壮年山地 是盛壮年山地更进一步被开阔，原地形完全消失，山顶呈现圆形，因之山顶部分为凸形斜坡，而山腹部分则为平齐斜坡，山脚部分或山腹下部则成为凹形斜坡。山峦起伏量与山谷密度均较盛壮年山地减少。我国呈这种阶段的山地甚少。

老年山地 比晚壮年山地更为开阔，山面起伏，高度均减小，斜坡的倾斜变缓，能见到波浪状起伏与山谷底平原地形的山地，侵蚀平坦化作用未到之处，生成孤立丘陵状低山地（标高1000m以下的山地）。这种山地的例子，可举出岩手县盛冈市北部外山牧场一带、宫城县白石市东部地区、北海道宗谷郡猿拂村一带等。

地形的变化，并非长时期地完成这样的一种轮廓，终地形若经过地壳运动，在该处重新出现原地形，以此为出发点，再进行一系列的地形变化。因此，从原地形到终地形的连续变化叫做地形的一个循环。

把这种地形循环，尝试用数理方法表达出来，属于地形学分支，目前正在进行中，并已发表出许多研究成果。(7)、(22)、(75)

构成地壳的物质，对侵蚀来说假定其为均质的山地高度的下降速度，按地形条件，可分为下面三种情况。即：

i) 高度的下降速度与山地的高度成比例

$$\frac{\partial z}{\partial t} = -cz \quad (2-1)$$

ii) 高度的下降速度与斜坡的倾斜成比例

$$\frac{\partial z}{\partial t} = -b \frac{\partial z}{\partial x} \quad (2-2)$$

iii) 高度的下降速度在突出部分最大

$$\frac{\partial z}{\partial t} = a \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} \quad (2-3)$$

i) 的情形，设 $t=0$ 时，则 $z = z_0(x)$ 。

(2-1) 式的解为

$$z = z_0(x)e^{-ct} \quad (2-4)$$

表明山地的高度是呈指数函数而减少的(图2-2)，系数 c 称为削减系数。

ii) 的情形， $t=0$ 时，若 $z = z_0(x)$ ，(2-2) 式的解为

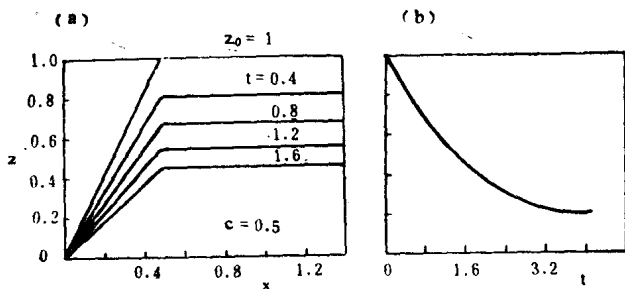


图2-2 高度下降的速度与山地高度成正比例时
斜坡的变化^{2.2}(a)与高度随时间的变化(b)