

## 砂防・治山と土質力学の原点

Principle of Erosion Control and Soil Mechanics

栃木省二 (とちき せいじ)

広島大学教授 総合科学部



砂防・治山も土質と同じく、工事そのものの歴史はかなり古いのであるが、学問として教科書の形にまとめられたのは割合新しい。

フランスのチェリー教授の著書: *Restauration des Montagnes* (1891年)はその最初のものといえよう。

同じフランスでは政府発行の砂防治山報告書 *Restauration et conservation des terrains en montagnes* (1911年)の180~185ページに

Murs de soutènement; poussée des terres.

Calcul de la pression.

Stabilité des murs de soutènement.

なる項目をあげて、擁壁工事に必要な土圧や安定について述べている。

我が国では、中村猪市著: 砂防工学 (1928年)の120~170ページに、土圧力および擁壁の項を設け、

第1節 土圧力、第2節 土楔論、第3節 ランキンの土圧論、第4節 擁壁、第5節 石垣、

とあり、昭和3年の砂防の教科書に土質分野の基礎ともいえる内容が詳細に述べられているのには改めて驚くほかはない。私ごとになって恐縮だが、小生など現役最後の戦中派で、広幼・陸士と歩を進めたため、終戦後は路頭に迷うはめになったのであるが、ひょんなことで広島大学土木の前身である市工専の第一回生に編入させてもらい土木を専攻することになった。当時広島など焼け野原でなにもなく、古本屋で山口昇博士の「土の力学」を見付け、むさぼるように読ませていただいたことや、その後、中国四国地方建設局にお世話になったのち、京都大学農学部の砂防工学を専攻したので、昭和26年発行の原口忠次郎・米田正文共著: 「新稿 土と杭の工学」を購入し、すみからすみまで勉強させていただいたこと

などが走馬燈のように思い出されます。同じ岩波書店からは、物部長穂著: 「増補改訂 水理学」、安芸皎一著: 「河相論」などが出版され、土木の分野もかなり盛り上がった感があったといえましょう。

現在のように土質工学が素晴らしい発展を遂げ、それぞれ細分化された専門分野で、理論的・実験的に研究が進められている今日、まさに古典的と一蹴されるかもしれませんが、我々のように自然を対象とする研究分野では、古人の歩んできた道、数式には表しえない複雑な現象というものに古人はどのように対応してきたかといったことを軽視しないで、いま一度学問の原点にもどって再考することが大切ではないかと思えます。

さて、実学の原点を顧みるという立場にたって、オーストリアの砂防工学を最初に大系づけた、ウィーン農科大学の F. Wang (ワング) 教授の著書: *Grundriss der Wildbachverbauung* (1901年, 1903年) や、同じウィーン農科大学林業工学教授レオ・ハウスカ博士の監修になる *Das Forstliche Bauingenieurwesen* の第5巻として発行された Ing. Dr. O. Haertel (ヘルテル), Ing. P. Winter (ウインター) の著書: *Wildbach-und Lawinenverbauung* (1934年)などをひもといてみると、いまでもなるほどとうなずける内容が次々と出てまいります。

すなわち、“山地の荒廃と砂礫の生成”のところでは人為的原因として、(1)森林の濫伐、(2)火田(やき畑)、(3)山腹斜面に対する開墾、(4)陶土・石材(鉱石)の採集、(5)原始的集材法、(6)山地の粗放な開発などをあげ、

自然的原因として、(1)地震、(2)豪雨、(3)噴火、(4)雪崩、(5)風化作用などを列記しており、また、土砂

## 論 説

石礫の生成ならびに流出を起こす原因として、

- (a) Verwitterung (風化作用)
- (b) Wühlarbeit des Wassers (水の浸食作用)
- (c) Murgang (土石流)
- (d) Bergstürze und Steinschlag (山崩れおよび落石)
- (e) Gletscher (氷河)
- (f) Lawinen (雪崩)

をあげ、(b)の Wühlarbeit des Wassers を Erosion (縦浸食)と Korrosion(横浸食)および Sickerwasser (浸透水)と Unterwühlung(浸潤作用)に分けている。

(c)の Murgang は Massentransport (集合運搬, 主として土石流)と Einzeltransport (各個運搬, 主として土砂流)に区別し、これらが谷の出口で形成する Geschiebe (土砂石礫)の堆積を、前者に対しては Schwemmkegel (土砂円錐), 後者に対しては Schuttkegel (砂礫円錐)としている。

(d)の Bergstürze und Steinschlag (山崩れおよび落石)の原因は、素因と誘因にわけ、素因としては、

- 1) 風化土層が粘土にとぼしく、凝集力の少ない場合
- 2) 風化土層が輕鬆<sup>けいしょう</sup>であり、雨水が入りやすい
- 3) 土層の間に岩片が混入していて、均質でない場合
- 4) 土層と岩層との境界がはっきりしていて、すべりやすい場合
- 5) 地層中にやわらかくて泥状になりやすい層を含む場合
- 6) 地層中に断層のある場合
- 7) 山腹の傾斜が急で地被物をもたない場合

などをあげ、このような素因をもつ山地斜面が、長雨後の豪雨にあうとか、地震などの誘因によって発生すると述べている。

G. Strele は Steinschlag を Felsstürze (岩石崩れ)と Felschlippe (岩石すべり)に分け、斜面から崩れ落ちて斜面脚部に堆積したものを Schutthalde として、Schuttkegel と区別して論じている。

(e)Gletscher (氷河)は我が国にはないので省略するが、(f)Lawinen (雪崩)はときどき災害を起こすようになったので、J. Coaz. の分類をあげると、

- 1) Stanb Lawinen (粉状なだれ)
- 2) Gletscher Lawinen (氷河なだれ)

3) Grund Lawinen または Böden Lawinen (地面なだれ)

4) Over Lawinen (上層なだれ)

とあり、新潟県<sup>まぎぐら</sup>柵口に起こった雪崩は Stanb und Over-Lawinen(粉状・上層なだれ)とあってよいでしょう。

3月16日には建設省土木研究所で、土砂災害の実態とその対応、と題してお話しする機会をえましたが、そのあと筑波山麓の梅林を案内していただき、あっと驚きました。これはまさに古い土石流堆積物の上に満開となった梅林でありまして、昭和13年にはこの近くで土石流が発生し、人の歩く速さで数回押し出したといわれています。

古い土石流堆積物の再移動という危険性などは、危険溪流調査研究の範ちゅうに入りますが、レオロジー・土質力学の立場からも大いに研究していただきたい境界領域といえましょう。

山腹斜面脚部にはりついた多くの集落を山崩れ災害から守るためかなり研究されていますが、これからは単に安全で経済的な対策工事をするだけではなく、例えば広島県宮島町の紅葉谷庭園砂防のように、多くの人々がみて美しい調和のとれた工作物を、溪間工のみならず斜面保護工についてもすすめていく必要があるのではないのでしょうか。

我々の目に美しく感じさせ、安らぎを与えるためには、美的センスを持った工作物と同時にどうしても美しい緑、すなわち安定した植生がいります。樹木は時々刻々生長していきまますし、根そのものの力学的特性を把握することは至難なわざかもしれませんが、土壌の力学的特性とともに、土質力学の立場から調査研究を是非すすめてほしいと思います。

エキスパートによる適切な判断がファジー理論によって裏付けされ、一般化されることも期待されますが、自然を相手にする分野では、まだまだ貴重な経験の積み重ねが基本となることを忘れてはなりません。

土質工学会の皆様方による、各分野における詳細な理論的実験的研究が次々に押し進められることを大いに期待するとともに、これらの結果が大局的に自然の理に適っているかどうか、絶えずチェックしながら進めていかれることを切望して筆をおきます。

(原稿受理 1990.4.2)