

「韓国土砂災害現地視察調査団2003」参加報告

韓国土砂災害現地視察調査団2003

1 はじめに

大韓民国（以下「韓国」という）では、2002年8月31日から9月1日にかけて、台風15号（RUSA）が上陸して甚大な被害が発生した。被害の規模は死者・行方不明者246名、被害総額は5兆ウォン（日本円で約5,000億円）にも達し、この被害総額は韓国の史上最大規模に相当した。

台風15号（RUSA）による甚大な土砂災害から1年経過し、この土砂災害の復旧状況等を確認するために、(財)砂防・地すべり技術センターは「韓国土砂災害現地視察調査団2003」を結成した。この調査団は2003年9月3日（水）から6日（土）の日程で、台風15号（RUSA）による土砂災害の被害が特に著しかった韓国東部江原道（カンウォンド、「道」は日本の都道府県にあたる）の江陵（カンヌン）市と襄陽（ヤンヤン）郡の災害現地を調査した。

2 調査団構成

今回の調査団は、当センターの反町雄二企画部長を団長とし、当センター職員4名（石井和男、榎木敏仁、近藤玲次、高木洋一）と建設コンサルタント23社からの38名の計43名で構成された。

3 韓国の国土について

3.1 韓国の国土の状況

韓国では、毎年のように土砂災害が発生している。気象条件や地形条件がわが国と類似していることや、山林の荒廃が著しいことなどが土砂災害の原因として挙げられている。

韓国の国土面積は約9.9万km²、人口は4,600万人（1997年現在）と、

それぞれ日本の1/4、1/3に相当する。

韓国の気候は東アジアモンスーン地帯に属する大陸性気象圏で、7～9月は高温・多湿、多雨、11月～5月は乾燥した期間が持続する特徴を有している。ソウルと東京の月別平均気温と降水量の比較を図1に示す。東京のデータについては2000年1月から12月の気象庁統計室のものを用いた。ソウルと東京の気候と月別平均気温を比較すると、ソウルの年降水量は1,171mmと東京の1,602mmと比較して少なく、ソウルの月別平均気温は5月から8月にかけて東京とほぼ同じであるが、その他の月に関してソウルの月別平均気温は東京と比較して低くなっている。今回「韓国土砂災害現地視察調査団2003」が訪れた江陵の年降水量はソウルとほぼ同量の約1,200mmとなっている。

韓国で発生する豪雨には

- ①中華華南地方揚子江から発生・移動する低気圧、
- ②梅雨前線、
- ③台風の3パターン

となっている。これらの豪雨は日本と同様に7月から9月にかけて集中的に発生し、年降水量の約50～60%を占めている。

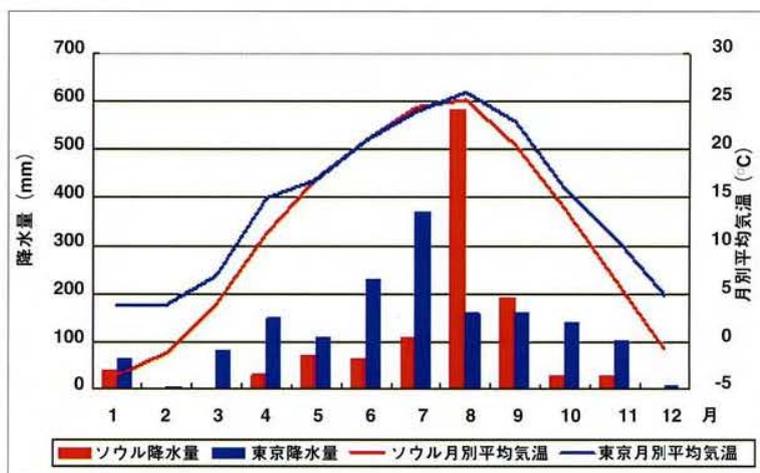


図1 月別平均気温と降水量のソウルと東京との比較

韓国の地形に関して、山地が国土の70%を占め、韓国東部に太白山脈、韓国中部に小白山脈がそれぞれ南北に連なっている(図2)。韓国の主要河川は南方向・西方向に流れるものが多く、雨期と乾期の水量の差が大きい。韓国で最も流路延長が長い河川は太白山脈から釜山市に至る洛東江の520kmである。今回調査団が視察調査を行った江原道江陵市を含む韓国東部では、大部分の河川が急勾配で流路延長が短い河川となっている。

韓国の地質に関して、花崗岩と花崗片麻岩が最も広く分布し、それぞれ国土の28%を占めている。また、第三紀層堆積岩が国土の20%に、結晶片岩が国土の11%に分布している。

韓国における土砂災害の素因の一つとして、山林荒廃が特徴づけられる。かつて山林は燃料採取、焼き畑、乱伐や戦乱によって山林が荒廃し、近年でも山火事などによって山林が荒廃している。特に、1950年の朝鮮戦争の間には激しい不法伐採や燃料材の採取が広く行われたことから山林が著しく荒廃した。山火事は人為的と自然的両方の原因により毎年のように多発している。1960年から2000年の間に発生した山火事の総件数は17,348件、総被害面積は

147,905haにも達している。また、病害虫による生物的な要因、近年の山地開発の進展も山林の荒廃の原因となっている。

韓国における土砂災害について、図3に韓国林業研究員の資料による1976年から2002年までの土砂災害における死者を示す。同期間の土砂災害による死者数は1,103名で、年平均にすると約41名となっている。

3.2 韓国の砂防事業の概要

韓国では、山林の荒廃による土砂流出の活発化によって、1907年に砂防事業が開始された。1993年まで政府による直轄の管理のもとに砂防事業が実施された結果、森林がある程度回復した。しかし、朝鮮戦争の間に、激しい不法伐採や燃料材の採取が原因で森林が急速に荒廃した。朝鮮戦争後には政府による政府直轄の砂防事業と併せて、地方レベルでの砂防事業が実施される仕組みが整備され、その仕組みが荒廃林地の緑化に大きく貢献してきた。1952年には地方レベルで村落森林組合が組織され、1954年からは地方レベルでの砂防事業に要する予算が全国規模で助成される制度が制定された。

その後の1962年の砂防事業法制定、1963年の山林緑化促進臨時措置法の制定により、山林庁が砂防事業を主要な山林政策の一つとして実施するようになった。1970年代以降は「森林再生10箇年計画」が3度にわたって実施された。特に1988年から1997年に実施された「第三次森林再生10箇年計画」では、これまでの荒廃地の復旧が中心であった山地砂防事業と併せて土砂災害発生前にハード対策を実施する



図2 大韓民国の国土
(社)全国治水砂防協会「大韓民国の砂防」(2003)より一部加筆)

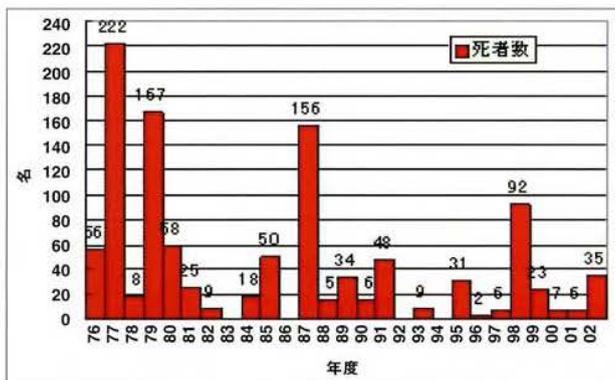


図3 韓国における1976年~2002年の土砂災害による死者数

「予防砂防事業」も新たに実施されるようになった。

1993年には地方の労働力不足および機械化が不十分といった作業条件などの変化を背景に、これまでの政府の直轄管理のほかには請負工事も採用されるようになった。また1994年3月24日に、この請負システムの効用改善・砂防工事の機械化の基礎条件を整えるために「砂防事業法」が全面改定された。

4 台風15号 (RUSA) による韓国の土砂災害について

台風15号 (RUSA) は、8月31日から9月1日に韓国全土へ上陸し、この2日間で各地に累加雨量90mm～898mmの降雨をもたらした(図4、5)。特に江陵市の最大日雨量は870.5mmに達し、この日雨量は約300年超過確率日雨量に相当している。また、最大60分間雨量100.5mm (8/31 21:41～22:40) を記録している(図6)。

この台風により、韓国全土では死者・行方不明者246名(死者213名、行方不明者33名)、被害総額5兆ウォン(日本円で約5,000億円、行政自治部中央災害対策本部調べ)に達する甚大な被害が生じた。土砂災害を見てみると、図7のように土砂災害による死者が分布している。

台風15号 (RUSA) による各道からの被害報告をとりまとめると、崩壊面積2,304ha、溪岸侵食約70km、林道崩壊・流失506km、道路法面崩壊などの被害があった。林業研究院では、これらの被害は台風による降雨と1996年、2000年の山火事の影響であると考えている。特に2000年4月6日に発生し、韓国統計上最大規模の焼失面積約2,400haに達した山火事が発生した江原道江陵市の沙川面蘆洞里では、多数の斜面崩壊が発生し、溪床において大量の土砂流出が発生した。

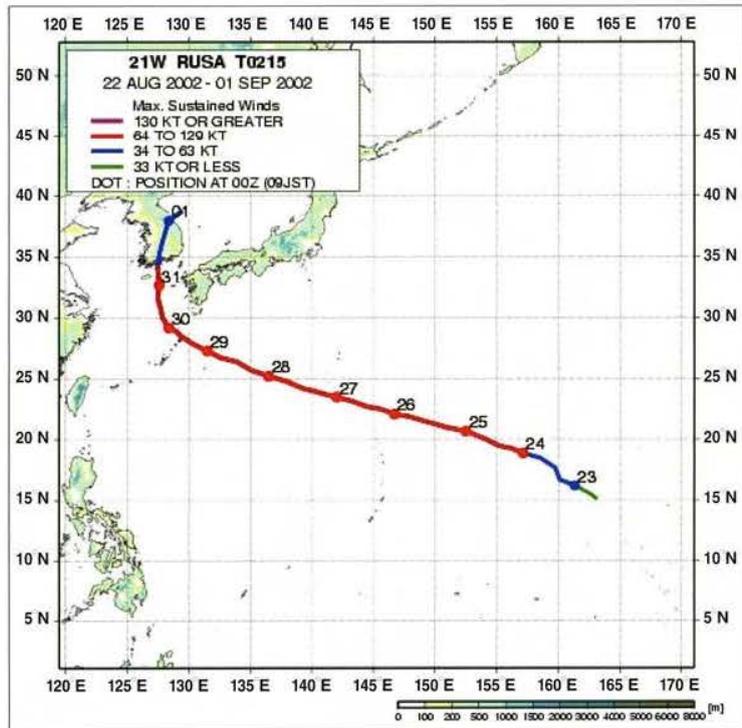


図4 台風15号 (RUSA) の進路

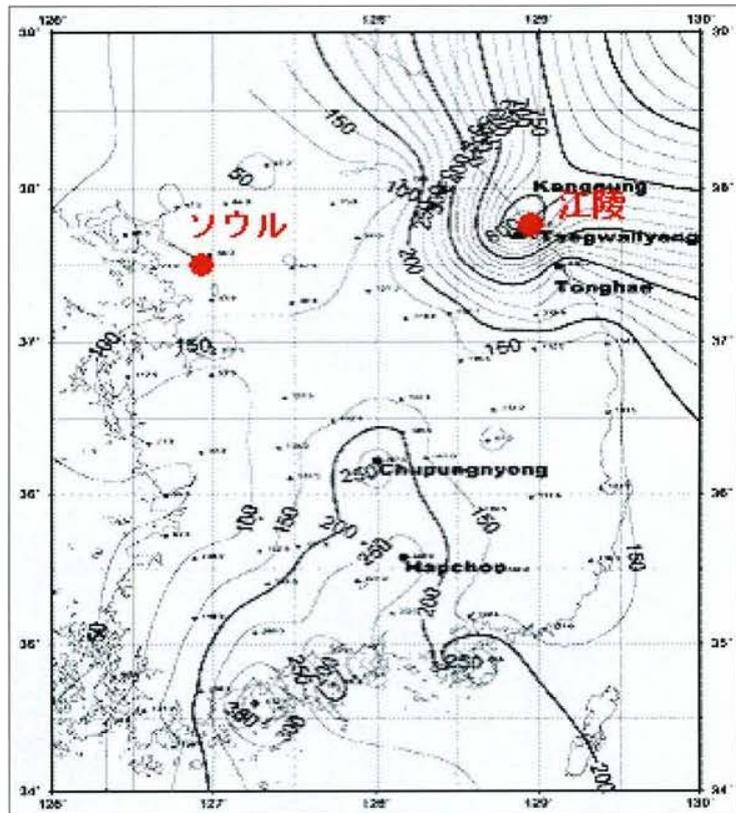


図5 台風RUSAの等雨量線図

5 現地調査結果

本調査団が今回現地調査を行った地点を図8に示す。本調査団は9月4日(木)の午前中に江陵市内(江陵市営墓地・沙川面蘆洞里)、午後に襄陽郡和尚川流域を調査した。

午前中の江陵市内の調査では、江原大学校山林科学大学山林工学研究室の車斗松教授と江原道山林管理課山林土木係長の李大鎔氏(写真1)に、土砂災害状況、土砂災害復旧事業やその進捗、対策工の技術などについて説明を頂き、調査団の質問に対しても快く回答して頂いた。午後の襄陽郡和尚川流域調査においても、車教授と調査団メンバーで土砂災害状況やその後の復旧について活発な議論を行った。

5.1 江陵(カンヌン)市内

5.1.1 江陵市沙川面蘆洞里

江陵市沙川面蘆洞里(図8)は、2000年4月6日に韓国の統計上最大規模の山火事(消失面積:約2,400ha)が発生した地区であるとともに、2002年8月31日に台風15号(RUSA)による豪雨で表層崩壊が多発した地区である(写真2)。

李係長から、蘆洞里地区の対策方針としては、崩壊地では山腹工や谷止工による土砂生産抑制、溪流においては不透過型砂防えん堤による土砂流出抑制、鋼製スクリーンえん堤による流木捕捉であるとの説明を受けた。復旧工事の予算は751億1,200万ウォン(約75億1,120万円)、予算の負担割合は、国費

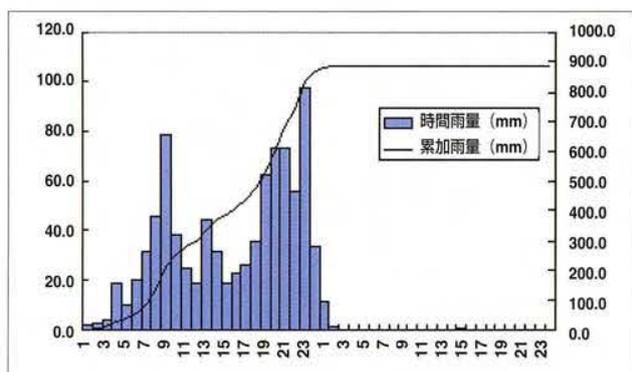


図6 江陵市における8月31日～9月1日の時間雨量と累加雨量

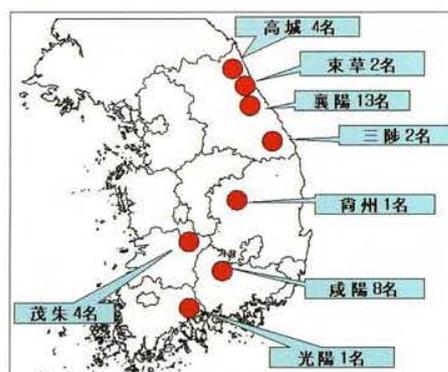


図7 台風15号の土砂災害による死者数の分布



図8 現地調査箇所



写真1 災害現場・災害復旧の状況を説明する車教授(左)と李係長(右)



が56%、道費が20%、市郡費が24%であった。また、工期は2002年10月25日から2003年11月30日までであり、わが国の災害関連緊急砂防事業と同様に約1年間という短い工期であった。なお、山腹工は森林組合が施工を行っているとのことであった。

江陵市沙川面蘆洞里の斜面は斜面勾配が緩く、土層厚が薄いといった特徴を有している。また、この地区の流域は流域面積が小さく、河床勾配が緩いといった特徴を有している。崩壊地の規模は幅10～30m、斜面長30～50m、崩壊深は50cm以下である。

写真2は2002年11月30日に江陵市沙川面蘆洞里から高速道路を渡った江陵市営墓地から撮影されたものであり、写真3は2003年9月4日に同地点から撮影したものである。

写真2、3を比較すると、撮影時期の違いにより植生の色が異なるが、正面に見えている鉄塔下部付近の崩壊地が山腹工によって復旧されているのが確



写真2 江陵市沙川面蘆洞里山火事跡の表層崩壊状況
(2002年11月30日撮影)



写真3 江陵市沙川面蘆洞里山火事跡の対策状況
(2003年9月4日撮影)

認できる。しかし、崩壊地は数多く存在しており、最終的には全ての崩壊地に対して山腹工が施工される予定である。

次に、江陵市沙川面蘆洞里内における崩壊地対策が完了した箇所を調査した。写真4はその崩壊地の対策状況である。今回視察した崩壊地の崩壊規模は、崩壊高が約20m、崩壊幅が約30m、傾斜が約15°であった。

本崩壊地では山腹工と擁壁工による対策が実施されていた。山腹工は崩壊地内に残存した不安定土塊の除去による切土工、斜面形状の改良による盛土工、法面の保護を目的とした植生工、表層の縦排水路による地表水排除工が実施されていた。植生工は盛土の部分、小段の肩の部分、縦排水路の表面で密に植栽されていた。

斜面脚部の安定性確保のために施工された擁壁工は、現地では説明はなかったが、擁壁工の状況から勘案すると、重力式コンクリート擁壁工であると考えられる。なお、本擁壁工には水抜きが設置されていた。

わが国の急傾斜地崩壊防止工事では斜面が人家等に近接している場合が多いことから、コンクリートのり枠工や待ち受け擁壁等のコンクリート等の人工構造物を用いることが多い。一方、韓国においては人家周辺の斜面においても植生工や切土工などの人工構造物によらない工事が多く見られる点が、印象深かった。これはわが国と韓国の土砂災害に対する安全度の考え方の違いによるものと考えられる。

また、江陵市沙川面蘆洞里内には2003年6月までに砂防えん堤28基、護岸工が施工されていた。本調



写真4 崩壊地対策状況

査団はそのうちの、ブロック積みえん堤（写真5）と流木対策を目的とした鋼製スクリーンえん堤（写真6）を調査した。

今回視察したブロック積みえん堤の諸元は、堤高約3m、堤長約20m、水通し幅約7m、袖部の貫入長約3m（溪岸を掘削し、盛土で固定）、水叩き長約3mであり、各コンクリートブロックは連結されている。なお、本えん堤は2002年11月に完成している。

本えん堤は完成直後から2003年9月4日までに発生した土砂流出に対して、土砂の捕捉および調節を行い、その効果が発揮されたとのことである（注：2003年9月13日に台風14号が韓国に上陸し、韓国南部を中心に大きな被害をもたらす前に、現地調査が実施された）。

わが国でも、緊急に土砂流出抑制を実施したい場合などに、同様のブロック積みえん堤が施工されている。このように、韓国でもわが国と同様にブロック積みえん堤が設置されていることや土砂流出に対



写真5 ブロック積みえん堤



写真6 鋼製スクリーンえん堤

して効果を発揮した点は興味深かった。

鋼製スクリーンえん堤（写真6）は、ブロック積みえん堤の下流に設置されている。このえん堤の諸元は、堤高約7m、堤長約20m、水通し幅約5m、透過部高さ3m、堤底から透過部までの高さ2m、側壁護岸長さ約15m、袖部の貫入長さ約3m（盛土で固定）である。

韓国でもわが国と同様に流木災害が多発しており、近年では今回視察した鋼製スクリーンえん堤を含めて流木対策を目的とした対策工が多く施工されているとのことである。

ここで、わが国と韓国の鋼製スクリーンえん堤を比較してみた。わが国の鋼製スクリーンえん堤の一般的な構造を図9に示す。図9から分かるように、鋼製スクリーンえん堤はH型鋼パットレスフレーム壁材として上流フレーム・中間フレーム・下流フレームの3部分から構成されている。一方、今回視察した鋼製スクリーンえん堤は、写真6から分かるように下流フレームのない点で、わが国のものと相違がある。本鋼製スクリーンえん堤の設計外力やスクリーン幅の考え方等について、李係長に質問したが、明確な回答は得られなかった。

5.1.2 江陵市営墓地

江陵市営墓地は、多数の斜面崩壊や大量の土砂流出が発生した江陵市沙川面蘆洞里の山火事跡から、高速道路を越えた場所に位置している。この市営墓地は、地質が花崗岩となっている丘陵地に盛土が行われ、階段状に造成された。

台風15号（RUSA）によって、市営墓地内の盛土部分や斜面の凹部となっている箇所崩壊が発生し、約700基の墓が流失した。

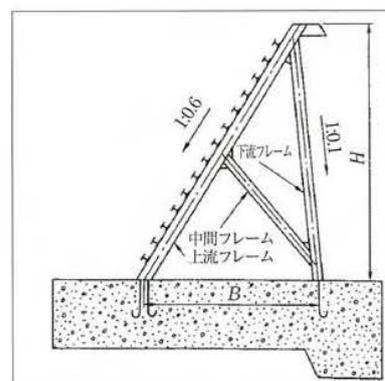


図9 わが国の鋼製スクリーンえん堤模式図

現地調査時点では、2002年11月に砂防学会調査団がこの場所を訪れたときと同様に、崩壊地の頭部でわずかにブルーシートがかけられている状態のまま墓地の復旧が依然行われていない状態にあった(写真7、8)。

5.2 襄陽郡和尚川流域土石流災害現場

4日の午後には襄陽郡和尚川右支溪の土石流災害現場を現地調査した。

和尚川は江陵市の北に位置し、襄陽郡南部を西から東に流下し太白山脈の一部を構成する標高900m以下のなだらかな山地で囲まれる中小河川である。流域内は台風15号(RUSA)によって多数の崩壊や土石流が発生しており、本現地調査現場は、土石流が発生した流域の一つである。支溪の概略を図10に示す。

砂防学会調査団の報告によると、土石流は上流の2支溪から発生し、一つは谷出口にあったアパートの1階部分を直撃し、もう一つは釣堀用ため池を破

壊している。下流には砂防えん堤が配置されていたが、1時間雨量約100mmの雨とため池の水も加わること等により、えん堤の左岸側が侵食されて袖抜けを起こし、砂防えん堤直下流域にあった人家が被災している。

写真9は2002年11月30日に砂防えん堤下流から被災した左袖部を撮影したものであり、写真10は2003年9月4日に同地点から撮影したものである。また、写真11は2002年11月30日に砂防えん堤上流から撮影したものであり、写真12は2003年9月4日に同地点のやや下流から撮影したものである。

写真9と10を見ると、左岸袖部が抜けた部分を盛土するとともに、上流側に護岸工を配置していることが分かる。さらに、写真11と12を見ると、溪床内に堆積していた土砂を除石するとともに、兩岸とも護岸工を配置しているのが分かる。

本砂防えん堤の左岸袖部が被災した原因については設計流量以上の洪水流量があったのか、施工時の問題なのか等の原因を究明し、今後の対策に結びつけるための教訓を検討することが重要であると考えられるが、被災原因及び教訓等については不明であった。

一方、砂防えん堤から約200m上流域にある溪岸部では、写真13や14に示すように、巨礫が大量に堆積しているとともに、激しく溪岸侵食を受けている状況のままで、対策は実施されていなかった。

写真15は土石流によって被災したアパートを2002年11月30日に撮影したものであり、写真16は2003年9月4日に同地点から撮影したものである。また、写真17は2002年11月30日に上流域にあったため池の状況を撮影したものであり、写真18は2003年9月4日に同地点から撮影したものである。

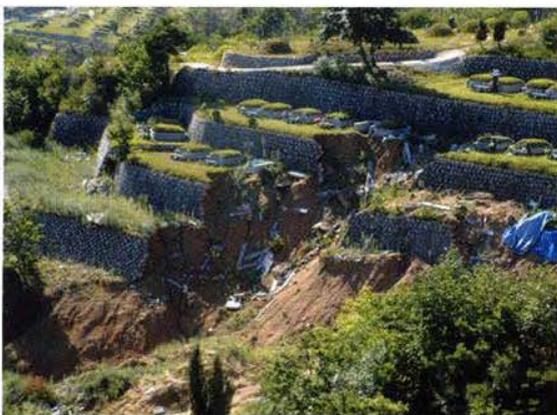


写真7 江陵市営墓地盛土崩壊状況



写真8 江陵市営墓地崩壊跡地の現状

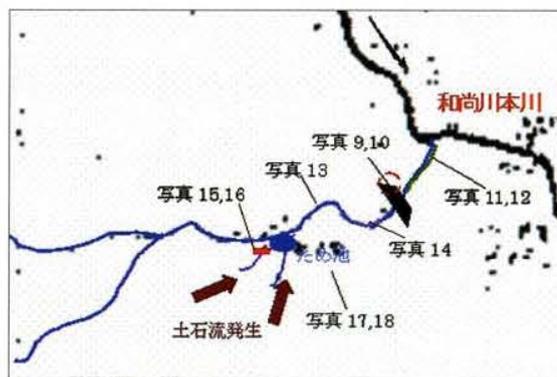


図10 和尚川上流部概略図



写真9 和尚川上流右支溪えん堤の被災状況
(2002年11月30日撮影)



写真10 和尚川上流右支溪えん堤の復旧状況
(2003年9月4日撮影)



写真11 和尚川上流右支溪出水後状況
(2002年11月30日撮影)



写真12 和尚川上流右支溪護岸施工状況
(2003年9月4日撮影)



写真13 河道における巨礫堆積状況
(2003年9月4日撮影)

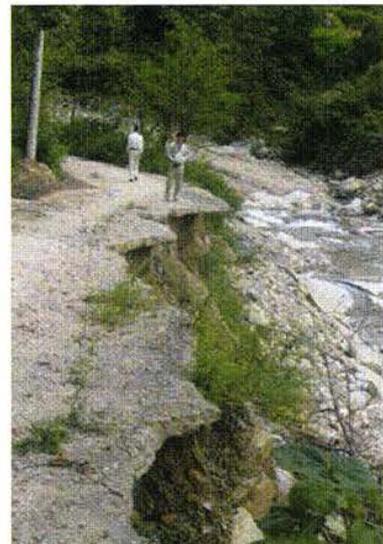


写真14 溪岸侵食状況
(2003年9月4日撮影)

写真15～18を見ると、約1年間にアパートの上流側及びため池に堆積していた土石流堆積物は除去され、整地されていた。また、対岸にあった崩壊地においては山腹工が施工されていた（写真15、16の青丸の箇所）。しかし、土石流が発生した溪流においては、土石流対策は実施されていなかった。また、アパートも1階部が被災したままで修復されていなかった。わが国ではこのような被害が発生したら、砂防えん堤や溪流保全工などの土石流対策を実施するとともに、アパートも補修することが想定される。この違いは土砂災害対策に対する考え方の違いなのか、2003年9月4日時点では対策の途中であるのか分からないが、いずれにしてもわが国とは災害後の対応が異なっていることが興味深い。

6 おわりに

「韓国土砂災害現地視察調査団2003」は、韓国の土砂災害現場を調査し、韓国の砂防事業の一端を知る貴重な機会に恵まれた。

今回の調査で印象深かった点は、今回の調査を行った江陵市沙川面蘆洞里と滋賀県大津市の田上山で地形・地質・植生などの環境が非常に類似している点と、韓国と日本で構造物の形式や対策の考え方が異なっている点であった。

日本での急傾斜地崩壊の対策は、人命や財産の保護の面から対策工が採用されている場合が多く、近年は斜面の樹木を可能な限り残すことができるような対策が検討されてきている。一方、韓国での対策



写真15 土石流によるアパートの被災状況
(2002年11月30日撮影)



写真16 アパート周辺の整地状況
(2003年9月4日撮影)



写真17 土石流によるため池の被災状況
(2002年11月30日撮影)



写真18 アパート・ため池付近整地状況
(2003年9月4日撮影)

は人工構造物による対策も実施されているが、斜面では土工と植生のみといった植生の回復に力点が置かれている点で興味深かった。

また、溪流においては、ブロック積みえん堤や鋼製スクリーンえん堤などわが国と同様に対策が行われている反面、1年経過しても対策が実施されていないことなどわが国とは異なっている点が興味深かった。

さらに、今後の韓国の砂防事業において、対策工の施工といったハード面の対策と併せてソフト対策の充実をはかるような検討が必要であると実感した。特に、韓国では土石流危険溪流調査が実施されていないために、土石流危険溪流の箇所数や分布が把握されていない現状にあり、土石流危険溪流の調査が必要と考える。また、襄陽郡和尚川流域土石流災害現場では、土石流災害を受ける可能性が高い場所に依然として住民が住んでいた点からも、住民の土砂災害に対する意識の向上が課題であると感じた。

我々が韓国を訪れた約1週間後に、台風14号が韓国に上陸し、多大な被害が発生している。2002年台風15号(RUSA)災害後に配置した対策工の効果や、今回調査を行った地点の変化について、機会があれば調査してみたいと考えている。

(文責：高木洋一*・近藤玲次**)

【参考文献】

全権雨 (2003) : 韓国における土砂災害と対策の現状、砂防学会誌、45-53、56.

鋼製砂防構造物委員会 (2002) : 鋼製砂防構造物設計便覧 (平成13年度版)、(財)砂防・地すべり技術センター、pp.76.

李天龍 (2002) : 韓国の土砂災害と砂防、河川、pp.18-26.

鈴木雅一・権田豊・桜井亘・小林英昭・榎木敏仁 (2003) : 2002年台風15号(RUSA)による韓国東部の土砂災害について (速報)、砂防学会誌、55-6、pp.59-67.

(社)全国治水砂防協会 (2003) : 大韓民国の砂防、pp.3-13.

* (財)砂防・地すべり技術センター 砂防技術研究所 技術開発研究室 研究員

** (財)砂防・地すべり技術センター 砂防技術研究所 砂防システム研究室 研究員