



出國報告(出國類別：考察)

洪災風險及土砂管理整體策略



服務機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

出國人職稱：副工程司

姓名：許俊賢

出國地區：奧地利

出國期間：民國 101 年 9 月 4 日至 20 日

報告日期：民國 101 年 11 月

出國報告(出國類別：考察)

洪災風險及土砂管理整體策略

服務機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

出國人職稱：副工程司

姓名：許俊賢

出國地區：奧地利

出國期間：民國 101 年 9 月 4 日至 20 日

報告日期：民國 101 年 11 月

目錄

摘要.....	1
第一章 緒論.....	1
一、研習目的.....	1
二、研習行程.....	2
第二章 研習內容.....	5
一、奧地利基本資料及防災概況.....	5
二、奧地利之山洪及土石流之防治對策.....	11
三、洪災風險管理思維.....	19
四、奧地利之危險區地圖繪製.....	20
第三章 心得感想與建議.....	26
一、心得感想.....	26
二、建議.....	28
第四章 參考文獻及其他事項.....	30
一、參考文獻.....	30
二、誌謝.....	30

表目錄

表 1 參訪行程表.....	2
表 2 土石流及洪水災害危險區劃定標準表.....	23

圖目錄

圖 1 奧地利各聯邦位置圖.....	6
圖 2 奧地利地形圖.....	6
圖 3 奧地利農林環境及水資源經營部組織架構圖(BMLFUM).....	8
圖 4 Vorarlberg 省河川管轄區分圖.....	9
圖 5 奧地利整合性洪災管理概念圖.....	11
圖 6 Abtenau 地區 Abtenauerbach 野溪防砂壩.....	12

圖 7 Abtenauerbach 野溪高地滯洪池(上游面).....	13
圖 8 Abtenauerbach 高地滯洪池(下游面).....	13
圖 9 Pillsteinbach 利用上游廣闊的林地當高地滯洪池 (上游面).....	14
圖 10 Pillsteinbach 高地滯洪池(下游面).....	14
圖 11 Karbach 野溪梳子壩	15
圖 12 Karbach 野溪梳子壩	15
圖 13 Vorarlberg 省 Laterns 區域 Frutz 野溪位置圖	16
圖 14 邊坡地產生崩塌	17
圖 15 下游地區災害	17
圖 16 興建攔砂壩.....	18
圖 17 奧地利野溪危險區地圖的劃設	24
圖 18 洪水災害風險區劃定標準(依洪水流速和深度).....	25
圖 19 奧地利河川下游區危險地圖的劃設	25
附錄、參訪照片	附-1

摘要

臺灣因位於亞熱帶地區，先天上受颱風及季節性暴雨影響易生極端事件，水災為台灣發生最頻繁的災害之一，近年來氣候變遷及土地利用型態轉變更使得災害規模擴大，同時臺灣亦因位處菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊交互作用處，地形陡峭、地質破碎，集水區常面臨嚴重土砂問題。在水土災害交互作用下，於颱風豪雨期間極易形成複合型災害，造成重大損失。為因應災害日漸增加的趨勢，目前國內外相關政策與研究均傾向以災害風險管理的角度，研擬較具彈性的防洪策略，在洪災風險管理中，透過土地管理及空間規劃等策略可讓災害發生的機會與損失降低，且因工程措施減災有其限度且所需投資之經費龐大。因此若能透過土地管理及空間規劃等策略，將可達到避災減災的效果。

奧地利位於歐洲中部的內陸國，地形條件與臺灣頗為相似。奧地利常遭受山洪、土壤沖蝕及土石流災害之侵襲，奧地利早於 60 年代，即開始對山崩、地滑、雪崩以及土石流等地區，予以劃設危險區地圖 (hazard map)，以作為天然災害治理及管理之參考，1975 年奧地利聯邦政府將危險地區地圖劃設正式列入「森林法」，並規定必須實施整體治理計畫，其為奧地利實施風險管理法制化之濫觴，同時也逐漸發展出結合土地管理及治理工程之整體防災策略，其防洪減災之理念與技術，由以往工程手段轉為融和環境資源保育、風險管理之思維，值得學習。

關鍵詞：空間規劃、危險區地圖、風險管理、奧地利

第一章 緒論

一、研習目的

臺灣因位於亞熱帶地區，先天上受颱風及季節性暴雨影響易生極端事件，水災為台灣發生最頻繁的災害之一，近年來氣候變遷及土地利用型態轉變更使得災害規模擴大，同時臺灣亦因位處菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊交互作用處，地形陡峭、地質破碎，集水區常面臨嚴重土砂問題。在水土災害的交互作用下，於颱風豪雨期間極易形成複合型災害，造成重大損失。為因應災害日漸增加的趨勢，目前國內外相關政策與研究均傾向以洪災風險管理的角度，研擬較具彈性的防洪策略，在洪災風險管理中，透過土地管理及空間規劃等策略可讓災害發生的機會與損失降低，且因工程措施減災有其限度且所需投資之經費龐大。因此若能透過土地管理及空間規劃等策略，將可達到避災減災的效果。

奧地利位於歐洲中部的內陸國，阿爾卑斯山貫穿奧地利的西部和南部，山地占國土面積約 67%，全國約有一萬多條野溪，地形條件與臺灣頗為相似。奧地利常遭受山洪、土壤沖蝕及土石流災害之侵襲，遠自 15 世紀便已有防治山洪、土石流等之防洪、防砂工程，其工程技術及經驗堪稱世界之翹楚。奧地利早於 60 年代，即開始對山崩、地滑、雪崩以及土石流等地區，予以劃設危險區地圖(hazard map)，以作為天然災害治理及管理之參考，1975 年奧地利聯邦政府將危險地區地圖劃設正式列入「森林法」，並規定必須實施整體治理計畫，其為奧地利實施風險管理法制化之濫觴，同時也逐漸發展出結合土地管理及治理工程之整體防災策略，其防洪減災之理念與技術，由以往工程手段轉為融和環境資源保育、風險管理之思維，值得學習。

因此擬經由此次研習計畫赴奧地利實地觀摩研習其數百年來

之防洪減災技術與實務，學習洪災風險及土砂管理改善策略和觀念，以案例提供國內防洪減災、土地管理及治理工程整體防災策略之參考借鏡，以創造資源永續環境。

二、研習行程

本次赴奧地利研習之時程含去、返程搭機時間在內計 17 天，研習地點主要涵括薩爾斯堡省(Salzburg)、提絡省(Tyrol)、及福拉爾貝格省(Vorarlberg)。參訪行程表如表 1。

表 1 參訪行程表

訓練進修日期及時間 (Visiting Time)	訓練進修地點 (Location)	實際訓練進修機構及訪談對象 (Institutions & Persons to be visited)	訓練進修目的及討論主題 (Topics for discussion)
9/4~6, 2012	Taoyuan -Vienna 桃園－維也納 Vienna 維也納	1.Mr.Bernhard Weichlinger Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management T:+43(0)171100-7517 F:+43(0)171100-7561 2.Mr. Pichler Josef University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna T:+43(0)147654-4356 josef.pichler@boku.ac.at	1.Law, method, technique and policy in the Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment 洪災風險及土砂管 理策略之法源、方 法、技術及政策 2. executive experience in Managing flood risk and sediment. 洪災風險及土砂管 理執行經驗交流。
9/7~9, 2012	Salzburg 薩爾斯堡	Mr. Gernot Fiebiger P.E. PHD Fibiger Consulting Siebenstadterstr 23/27 A-5020 Salzburg Ausria T:+43(0)662/423565 F:+43(0)662/423066 M: +43(0)664/9060105 zt@fiebigereu	1. Practice in torrent control to reduce erosion and allow sediments to settle and minimize flood risk 實地觀摩野溪治 理降低沖刷、攔截 土石、降低洪災風 險成效。 2.Executive experience of Integrated Strategy of

			Managing flood risk and sediment in Salzburg 薩爾茲堡省洪災風險及土砂管理策略執行經驗交流。
9/10~11, 2012	Bregenz 布雷根茨 Vorarlberg 福拉爾貝格省	Mr. Jager Gerald DI Margarete Wöhrer-Alge Section of Vorarlberg Austrian Service for Torrent and Avalanche Control T:(+43 5574)74995416 F:(+43 5574)749956 margarete.woehrer-alge@die-wildbach.at DI Elmar Plankensteiner T:(+43 5574)74995419 Elmar.Plankensteiner@die-wildbach.at	1.Practice in torrent control to reduce erosion and allow sediments to settle and minimize flood risk 實地觀摩野溪治理降低沖刷、攔截土石、降低洪災風險成效。 2.Executive experience of Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment in Vorarlberg 福拉爾貝格省洪災風險及土砂管理執行經驗交流。
9/12~14, 2012	Landdeck 蘭德克 Imst 茵斯特 Innsbruck 音斯布魯克 Tyrol 提絡省	Dr. Joerg Heumadar Director(ret.) Federal Service for Torrent and Avalanche Control, Imst, Tyrol T:(+43) 5412 67611 Mr. Christian Weber Director Langgasse 88 6460 Imst T:(+43 5412) 665 310 christian.weber@die-wildbach.at Mr. Leopold Stepanek M: +43(0)664/2553016 Mr.Klaus Kleebinder, Mag Federal Research Training Center for Forests,Natural Hazards and Landscape(BFW) T:(+43 512) 573933-5158	1.Practice in torrent control to reduce erosion and allow sediments to settle and minimize flood risk 實地觀摩野溪治理降低沖刷、攔截土石、降低洪災風險成效。 2.Executive experience of Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment in Tyrol 提絡省洪災風險及土砂管理執行經驗交流。
9/15~17, 2012	Innsbruck 音斯布魯克 Tyrol 提絡省	Mr. Christian Weber Director Federal Service for Torrent and Avalanche Control, Imst, Tyrol Dr. Wolfgang Gattermayr T:(+43 512) 5084250	1.Practice in an experiment for the assessment of surface runoff in torrential rain

		<p>Dr. Stefan walder Province of the Tyrol T:(+43 512) 5084214 Dr.Markus Aufleger University Innsbruck T:(+43 512) 5076940</p>	<p>實地觀摩試驗區評估暴雨逕流試驗方式。 2.Executive experience of Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment in Tyrol 提絡省洪災風險及土砂管理執行經驗交流。</p>
9/18 2012	<p>Innsbruck -Vienna 音斯布魯克-維也納</p>	<p>Mr. Christian Klenkhart Mr.Michael franke Klenkhart Consulting Michael.franke@ Klenkhart.at M: +43(0)664/8537438</p>	<p>Practice in method and technique of hazard mapping in Tyrol 實地觀摩提絡省危險區地圖劃定方法及技術。</p>
9/19~20, 2012	<p>Vienna- Taoyuan 維也納-桃園</p>		<p>(19日飛機 20日抵達台)</p>

第二章 研習內容

一、奧地利基本資料及防災概況

奧地利聯邦共和國土地面積 83,872 平方公里，至 2011 年人口約八百四十萬人，分為九個聯邦，分別為 Burgenland, Carinthia, Lower Austria, Upper Austria, Salzburg, Styria, Tyrol, Vorarlberg 與 Vienna 省，如圖 1 所示，各省又區分為數個行政區(district)，但並非實質的行政體，最下層則為市(鎮)(community)。

奧地利位於中歐，是一個水資源非常豐富和多山的國家。阿爾卑斯山區佔了全國近三分之二的國土面積如圖 2 所示，約有 36% 國土面積位於海拔 1000 公尺以上，其中 58% 的國土受到天然災害高度威脅，另外 17% 亦廣泛受到土石流、洪水與沖蝕的威脅，尤其奧地利經濟主要以農業及觀光業為主，因此，當地土地利用多位於山腳或溪流切割之谷地，該等地區往往亦是雪崩或洪水所集中之地區，雖然奧地利年平均雨量僅約 1000mm，但由於每年溶雪帶來大量的水以及地形關係，以致於天然災害頻傳，主要天然災害包括山洪(山洪引發之土石流、淹水、泥砂運移問題、邊坡侵蝕)、雪崩、地滑(崩坍)、落石等。除雪崩外大部分天然災害與臺灣災害非常相似，奧地利政府為了減輕洪水土砂災害及雪崩的防治工作，逐漸發展出目前危險區劃定、土地使用管制、治理工程與增加公眾認知等洪災風險管理及防治之趨勢。

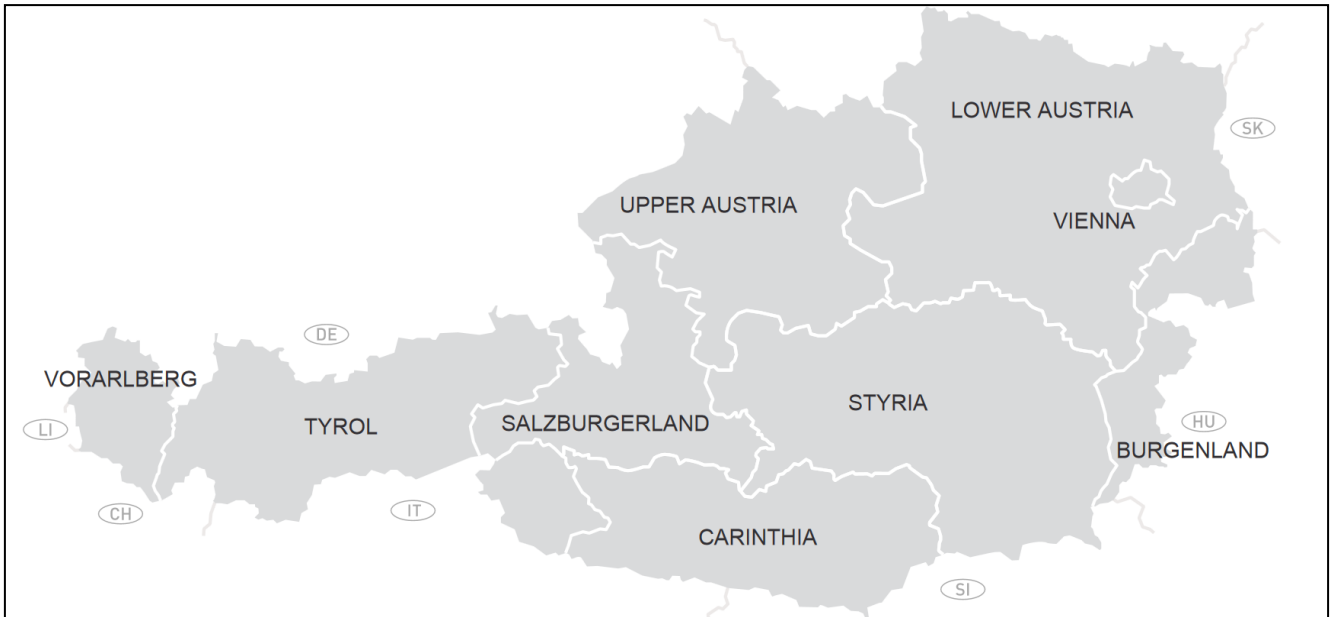


圖 1 奧地利各聯邦位置圖

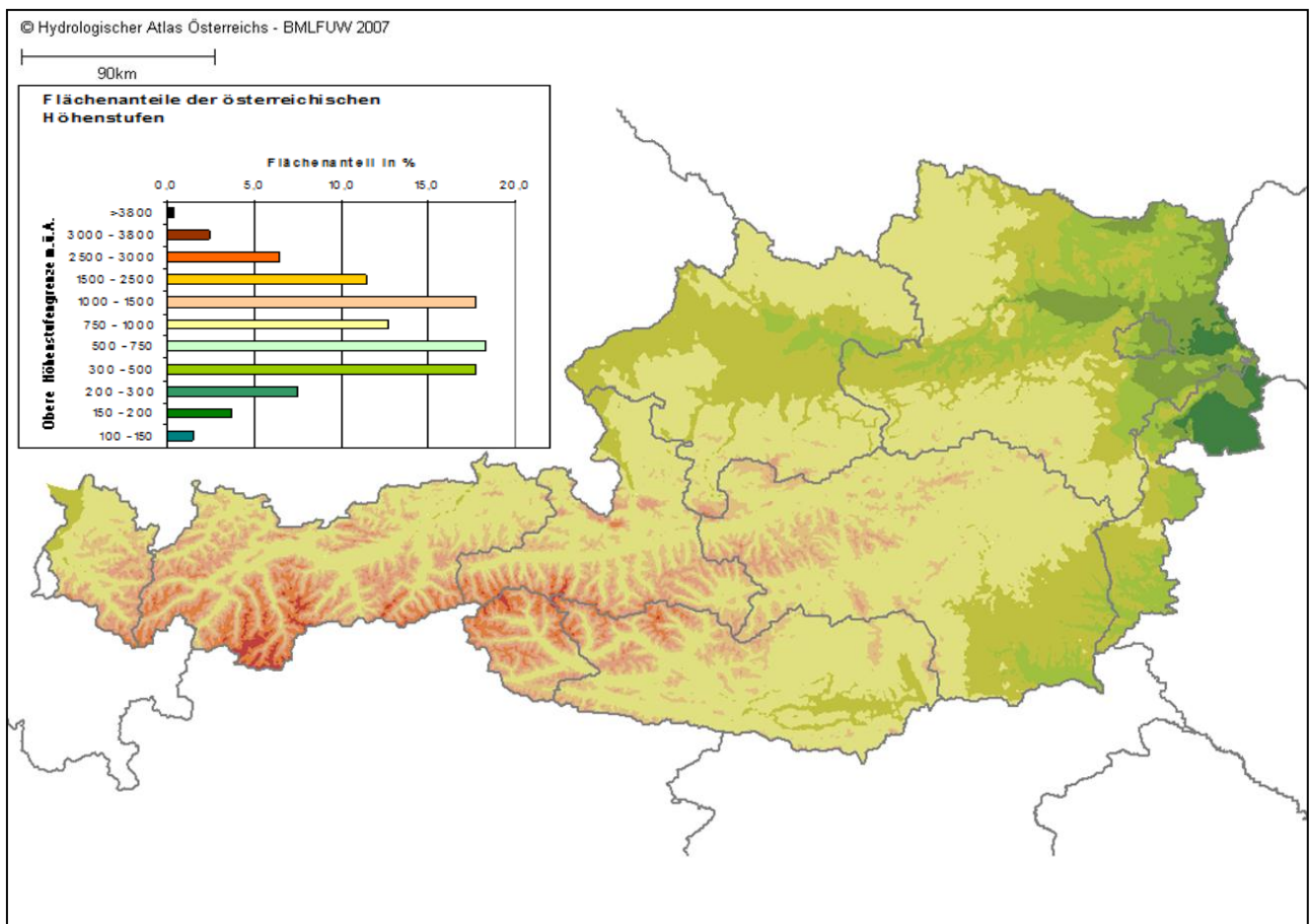


圖 2 奧地利地形圖

(一)、河川管理體系

奧地利除跨國河川和航運河川由聯邦運輸、研發及技術部管轄外，依據河川位置而區分為二個河川管理體系：

1、野溪及其集水區管理(主要位於河川上游)

由奧地利聯邦野溪及雪崩防治局(The Federal Forest Technical Service of Torrent and Avalanche Control，以下簡稱 WLW)負責，WLW 隸屬於奧地利農林環境及水資源經營部(Ministry of Agriculture, Forestry, Environment, and Water Management)轄下第四部門森林分部(Department IV Forestry)(詳圖 3)。WLW 轄下有七個分局，包括 Vienna, Lower Austria, Burgenland、Upper Austria、Styria、Salzburg、Tyrol、Carinthia 及 Vorarlberg。各分局轄下有數個工作站，負責執行各項危險區劃定、整體治理計畫及施工等工作。各工作站均附屬數個野外工作隊，負責現場治理工程施工。此外，WLW 另有三個獨立的研究群，分別負責地理資訊系統及數值模擬、雪與雪崩觀測及地質研究等工作。如圖 4 Vorarlberg 省河川管轄區分圖，淺藍色部分為 WLW 轄下 Vorarlberg 分局管轄。

2、野溪以外河川(主要位於河川下游)

隸屬於奧地利農林環境及水資源經營部(Ministry of Agriculture, Forestry, Environment, and Water Management)轄下第七部門水資源經營分部(Department VII Water)，但主要工作是由各省負責執行各項危險區劃定、整體治理計畫及施工等工作，如圖 4 黃色部分所示。

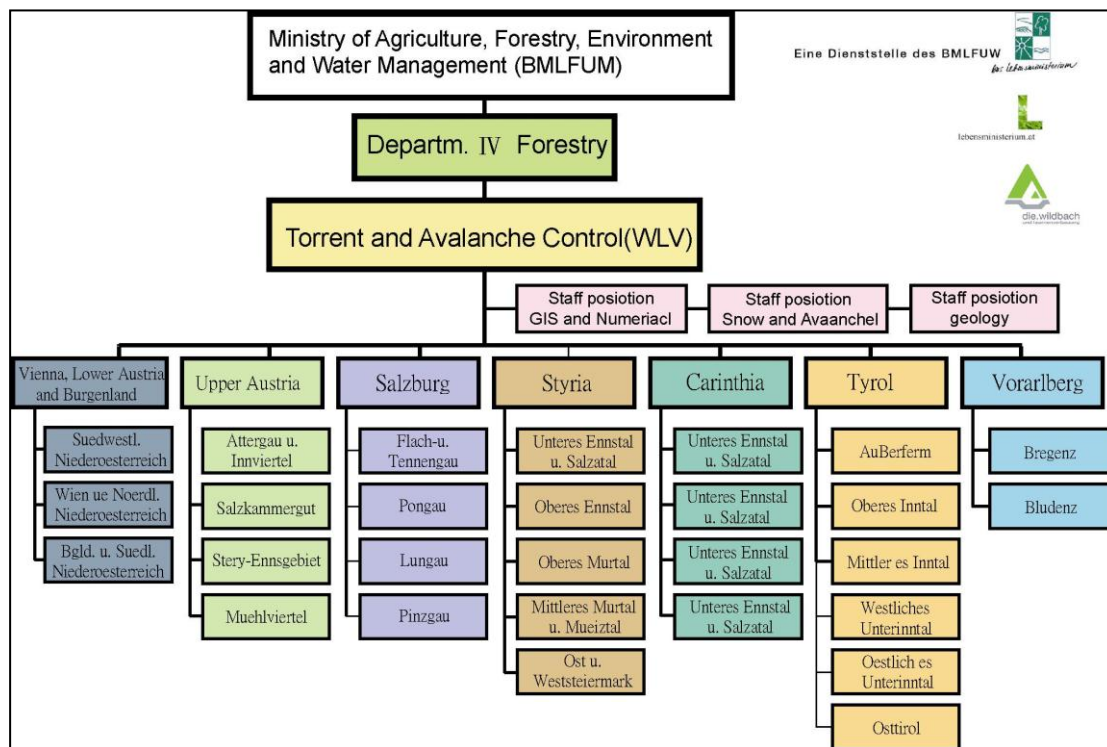
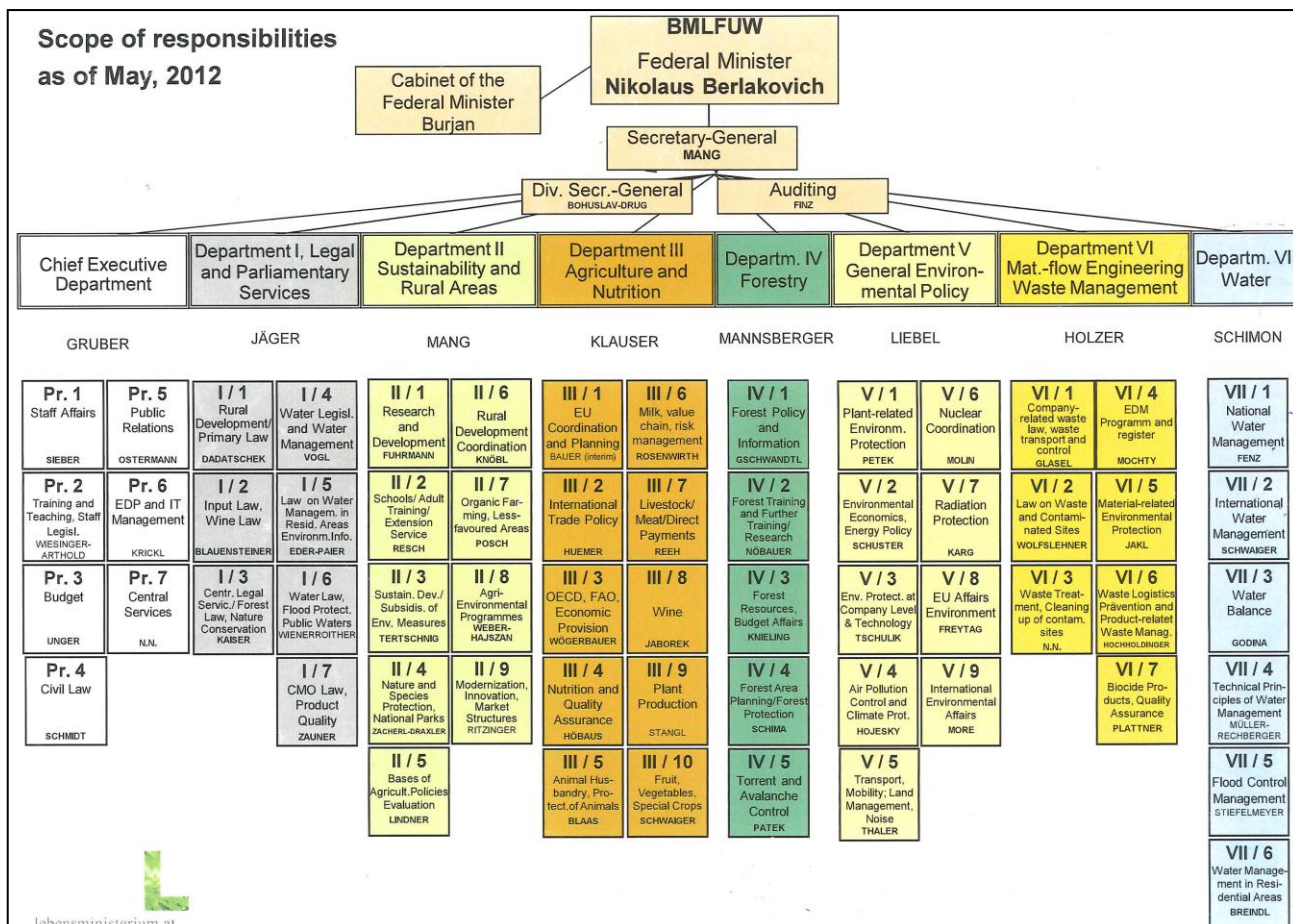


圖 3 奧地利農林環境及水資源經營部組織架構圖(BMLFUW)

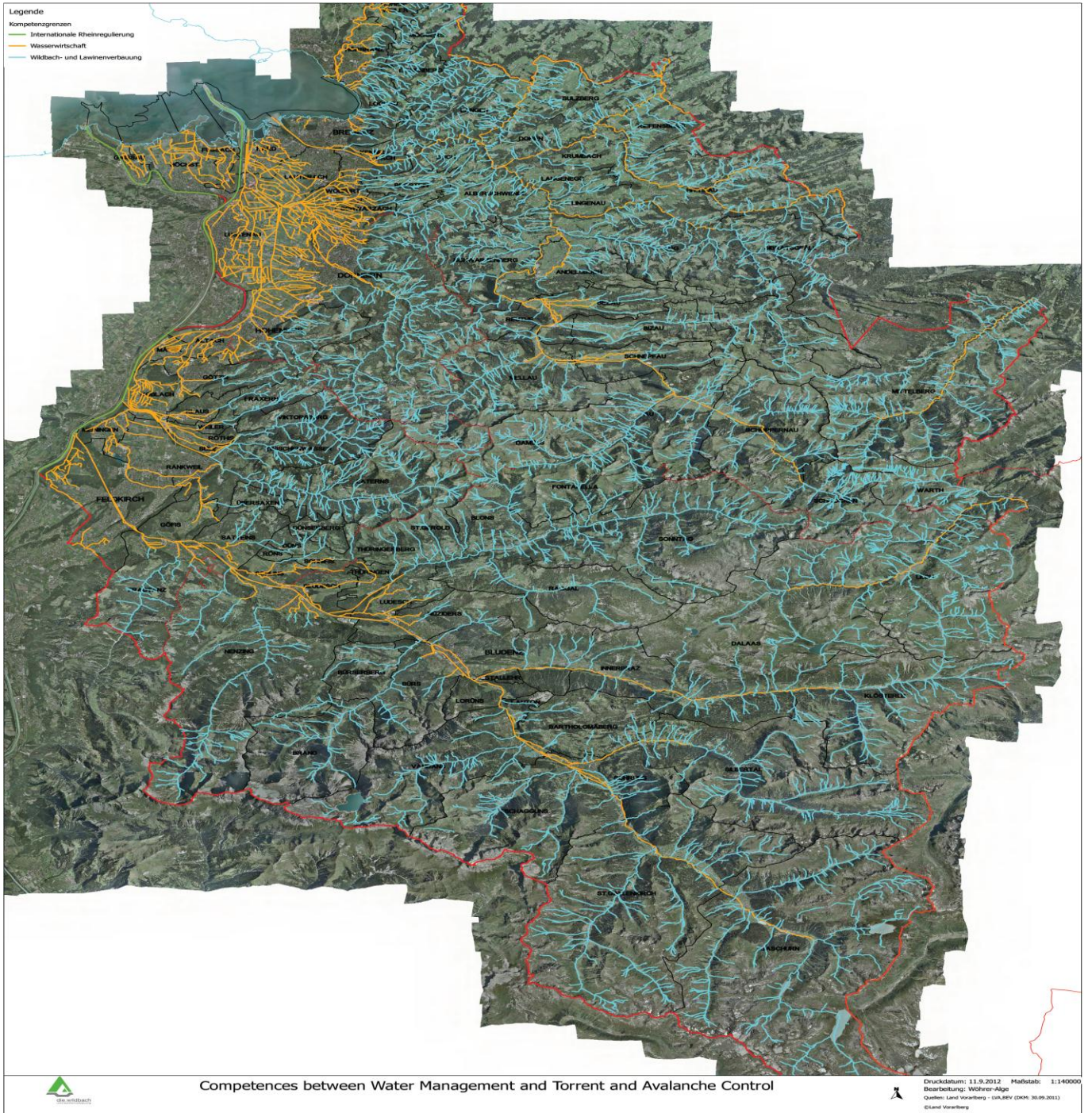


圖 4 Vorarlberg 省河川管轄區分圖

(二) 洪災風險管理概念

奧地利自 60 年代起，即開始針對境內具洪水、沖蝕、崩塌、地滑、土石流及雪崩等災害危險之地區，予以調查界定並標示於圖上，以作為災害治理與管理之參考，1975 年奧地利將危險地區地圖劃設正式列入「森林法」，並規定必須實施整體治理計畫，並由此逐漸發展出結合土地管理及治理工程之整體防災策略。

奧地利整體洪災管理概念，主要分為三個階段，災害預防(prevention)、災害應變(Response)以及災害事後處置(aftercare) (詳圖 5)，各階段重點工作雖不相同，但卻密不可分。

1. 災害預防: 主要為(1)預防措施的建立: 包括訂立空間規劃、規範建築、洪災預警、緊急處理計畫、洪災潛勢地圖、風險評估等工作。(2) 保護措施之興建、操作及維護，包括主動和被動洪災保護措施(3)建立洪患意識，提升市(鎮)自我防護和責任。
2. 災害應變: 包括緊急處理及處理規則，透過水文及水力學的基本評估，採取應變或緊急減災措施。
3. 災害事後處置: 基本設施復原(交通、公共設施等)、檢討和改善防災措施(如滯洪的擴充和防護標準的提高)。

我們就奧地利的整合性洪災管理周期循環圖來切入其防災思惟。災害貴於預防，各種防災措施的最終目的是減少災害的發生和降低，而藉由繪製洪災風險地圖的方式，訂立空間規劃、規範建築、主動和被動洪災保護措施等，可有效管理並且降低生命、健康、環境、財產和經濟活動的損失。

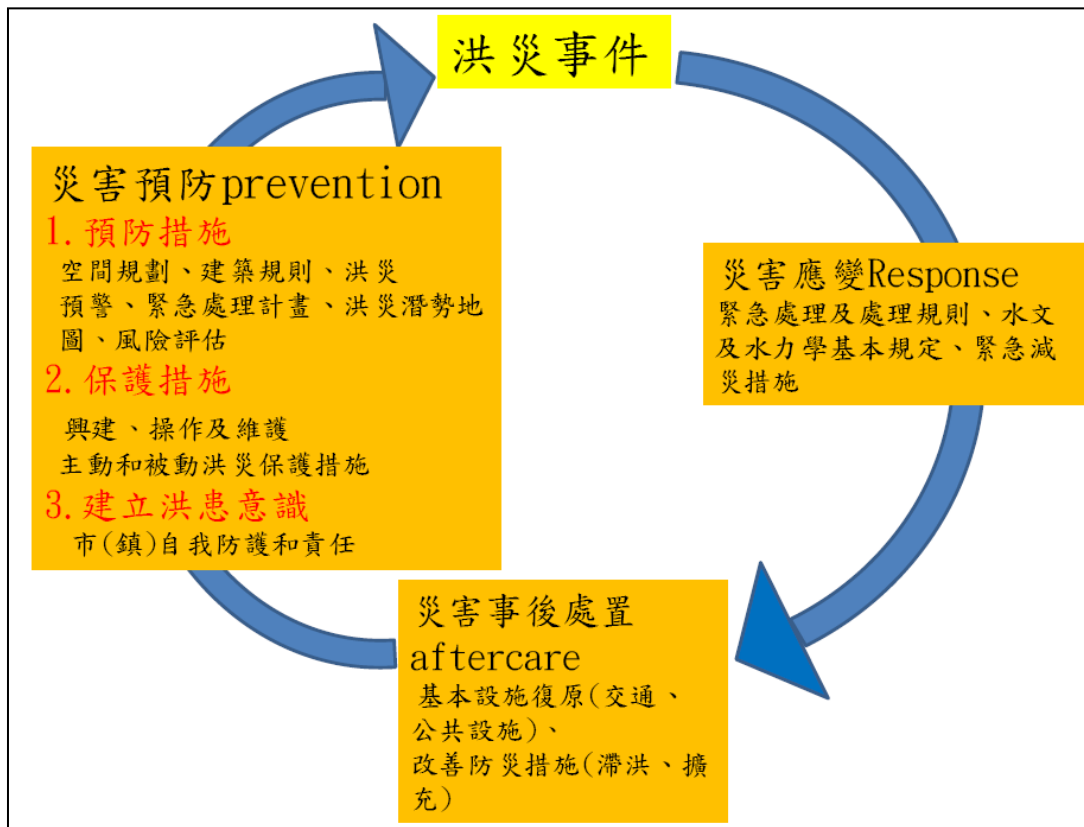


圖 5 奧地利整合性洪災管理概念圖

二、奧地利之山洪及土石流之防治對策

奧地利對山洪及其引發之土石流之防治對策主要分成主動對策與被動對策，主動對策包括防禦工程及集水區的保育管理，主要係對土石流預防及從上游來源控制，避免造成下游損害之主動對策，被動防護對策主要係從災難及損壞之預防及減低措施著手 (prof.Joerg Heumadar 2009)，分別說明如下：

(一)、主動保護對策

1.防禦工程

在野溪集水區建造不同功能的壩和其他防禦工事，可以穩定野溪的河床、減少沖蝕、並攔阻砂石與漂流木。此外，可以減低洪峰與減少崩塌地的誘發。

(1)本次行程於薩爾斯堡省(Salzburg)由 Dr. Gernot Fiebiger

博士帶領現地參訪並說明防治山洪及土石流之技術與觀念，如 Abtenau 地區 Abtenauerbach 野溪先於上游設置防砂壩攔阻砂石如圖 6，再充分利用原有地形，於其下游設置高地滯洪池，透過滯洪壩壩體開口之調節，可減低洪水流量流出，安全通過下游河道，如圖 7 和圖 8，類似情形如 Pillsteinbach 野溪利用峽谷處設置滯洪壩，利用上游廣闊的林地當高地滯洪池，如圖 9 和圖 10，可減低下游河道洪水氾濫。另外 St.Martin am Tennengebirge 地區 Karbach 野溪，為穩定中上游河段河床及側向沖刷的減緩，共興建 3 個穩定連續梳子壩如圖 11 和圖 12，共可滯蓄土石流約 20,000M³。



圖 6 Abtenau 地區 Abtenauerbach 野溪防砂壩



圖 7 Abtenauerbach 野溪高地滯洪池(上游面)



圖 8 Abtenauerbach 高地滯洪池(下游面)



圖 9 Pillsteinbach 利用上游廣闊的林地當高地滯洪池 (上游面)



圖 10 Pillsteinbach 高地滯洪池(下游面)



圖 11 Karbach 野溪梳子壩



圖 12 Karbach 野溪梳子壩

(2).Vorarlberg 省之案例

本次於 Vorarlberg 省之參訪行程，由奧地利聯邦野溪及雪崩防治局 Vorarlberg 分局副分局長 DI Margarete Wöhrer-Alge 帶領現地參訪並說明防治山洪及土石流之技術與觀念。

Frutz 野溪位於 Vorarlberg 省 Laterns 區域如圖 13，集水區面積 54.1 平方公里，平均年雨量為 1752 毫米，上游地形陡峭，河床沖蝕嚴重，於 1999 年 5 月 20 至 22 日單日最大降雨量達 223.3 毫米，上游集水區河床刷深，部分邊坡地產生位移，而至 2005 年 8 月 22 至 23 日單日最大降雨量高達 228 毫米，上游邊坡地產生大量崩塌如圖 14，土石流及洪水造成下游地區災害如圖 15，為防止土石流、河床刷深及減低下游災害，該分局在崩塌邊坡地下游興建攔砂壩兼具滯洪效果如圖 16，以攔止砂石和降低下游洪峰。

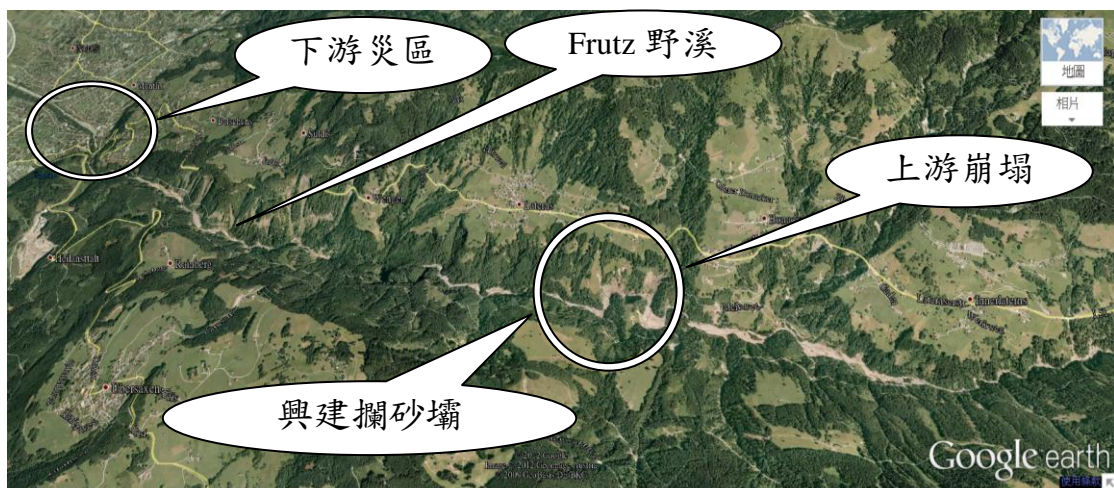


圖 13 Vorarlberg 省 Laterns 區域 Frutz 野溪位置圖



圖 14 邊坡地產生崩塌



圖 15 下游地區災害



圖 16 興建攔砂壩

2. 集水區的森林綠地對策

藉由復育、保全、擴大或種植森林綠地保護帶，以減低集水區內逕流及沖蝕速率，諸如荒蕪地重新植被復育、保安林復育經由減災導向管理，放牧規則及必要時減少蓄養，防害管理導向之森林保護帶，整體性集水區改善等措施。

奧地利森林法於 1975 年頒布，主要宗旨在於維持森林生態平衡並促進水資源永續利用。由於奧地利之森林面積很多屬於私人所有，因此森林法對於森林擁有人有諸多的限制，主要為確實落實水土保持工作，維護森林及水資源之整體機能，森林人擁有人有義務實行再造林之工作以維持森林之生態平衡，嚴格限制面積超過 2 公頃之砍伐

行為，對砍伐面積超過 0.5 公頃之行為，必須經主管機關核准，一旦未做好保護森林措施，需受特別之監督。並且嚴禁任何破壞森林之行為，為使森林免於受暴雨及雪崩之危害，聯邦政府對於森林擁有者之開發行為，可有額外之限制事項。

(二)、被動防護對策

主要係從災難及損壞之預防及減低措施著手。

1. 危險區域劃定，限制土地之利用。
2. 洪流集水區之各種的規劃設施及方案的災損預防
3. 遷移位於危險地區之建築物或設施，建造防洪及耐洪之建築。
4. 建置監測及預警系統和疏散計畫。
5. 自然災害保險。
6. 緊急時政府、社會及私人組織的協助計畫。

三、洪災風險管理思維

(一) 歐盟洪災風險管理與評估

洪災風險管理的目的是減少洪災的發生或降低洪災的衝擊，避免災害發生或使災害降至最低，發展洪災風險管理計劃已是目前世界各國之重視之課題。

歐洲在 1998 至 2004 年間遭受超過 100 次的洪災侵襲，造成約 700 人死亡，約 50 萬人流離失所，至少有 250 億歐元的經濟損失，有鑒於洪災是無法阻止的自然現象，人類活動加上氣候變遷更增加洪災風險和損害規模，為了減少洪災損失及因應未來全球暖化而加劇的威脅，歐盟會員國開始討論如何透過積極的管理來降低未來洪災的危害，終於在 2007 年 10

月 23 日的歐洲議會中通過洪水風險管理與評估的指令 2007/60/EC。引進風險管理概念，分三階段完成：

- 1.初步洪災風險評估：會員國必須在 2011 年 12 月 22 日以前為領土內的每個流域或者次流域進行一次最新的洪水風險評估，評估項目包括蒐集過去發生過的洪水災情資料、評估未來洪水可能發生的機率和對人類健康、環境、文化遺產和經濟活動等所造成的衝擊。
- 2.洪災風險劃設：會員國必須在 2013 年 12 月 22 日以前完成淹水潛勢圖（Flood Hazard Map）與淹水風險圖（Flood Risk Map）劃設，淹水潛勢圖依洪水發生機率劃設三級洪氾區，除中級為 100 年洪水重現期距外，另外二級由各國自行決定，並且每 6 年檢視一次，內容包括淹水範圍、淹水水深、流速等資料。
- 3.洪災風險管理計畫：須在 2015 年 12 月 22 日以前完成。管理的計畫必須集中在降低災害可能發生的機率及潛在的損失，內容包括保護的標準、施行計畫、洪災風險地圖、後續的管理計畫、及後續評估工作。除一般熟知之「Prevention, Protection, Preparedness」及早期洪水預警系統建制外，並應包括如何提升土地的永續利用、滯洪改善及加強特定地區的防洪工作。

四、奧地利之危險區地圖繪製

奧地利自 1985 年即加入歐盟，因此其洪水風險管理部分亦遵循最上位的歐盟相關法規，然而早在歐洲議會中通過洪水風險管理與評估的指令 2007/60/EC 之前，就有危險區地圖劃定，奧地利依河川位置之不同，危險區地圖繪製之主管機關亦不相同。

(一)野溪區域 (主要位於河川上游)

奧地利因屬於阿爾卑斯山脈區域之國家，境內洪水、沖蝕、崩塌、土石流及雪崩等天然災害造頻傳，為使居民及地方政府瞭解哪些地區適合開發或居住，因此發展出標示具雪崩等災害風險地區之地圖。依據 1975 年的「森林法」規定，集水區野溪與雪崩及受其威脅的地區需製作危險區地圖 (hazard map, GZP) 如圖 17，並研擬危險區計畫 (hazard zone plan) 實施整治工作，WLV 主要負責這項業務。

危險區地圖劃定方法，主要可分為技術程序和行政程序兩部分，技術程序包含集水區基本資料勘查、水文分析、現場踏勘、估算設計事件、危險區域標示及繪製危險區地圖等六個步驟；另外，行政程序包含科學審查及行政審核工作。

基本資料之收集和勘查，包括集水區特性、氣象、地質及地形資料、山坡地植生情況、崩塌地及土砂來源、洪水潛勢、土地利用情形、現有防護措施、洪水及土石流紀錄。危險區地圖水文分析是採用 USSCS (United States Soil Conservation Service) 方法，算出 150 年重現期距之洪水歷線及洪水量資料，工程師再現場踏勘配合 150 年重現期距設計洪水及現場踏勘所推估之土砂量，推估洪水淹水深度、沖蝕深度或淤積厚度及淤積範圍等，根據奧地利災害危險區劃定準則 (Guidelines on Hazard Mapping) 如表 2 所示，作危險區域標定。

根據奧地利聯邦災害危險區劃定準則規定，涉及土地使用計畫之相關區域，尤其在具有土石流、洪水或雪崩發生之聚落或建築用地，標示危險區分區，所謂危險區分區包含紅色危險區、黃色危險區、藍色保留區、棕色參考區及紫色參考區。

1. 紅色危險區：代表區內極易遭受到洪水及土石流災害，具

有高度危險性。因此紅色危險區不適合居住、不適合興建永久性建築物和公共交通設施，屬於禁止開發區。

2. 黃色危險區係紅色危險區外，所有可能受到土石流或洪水災害影響之區域，地方政府可以根據專家會勘評估意見決定是否准予新建建築物及公共設施，但區域內不得興建學校、運動場、營地等公共場所。
3. 藍色保留區主要是保留給未來防災或造林措施。
4. 棕色參考區主要容易引起野溪與雪崩其他的災害(例如落石或崩塌等)，雖不屬於紅色危險區或黃色危險區，但一般仍禁止開發利用，除經過地質、土壤力學及相關專家之評估後，建管單位得參照評估意見准予開發利用。
5. 紫色參考區則為特殊地質或地形保護區，主要在維持一定的地形條件，避免變更地形造成洪水或土石流之發生及流動方向，如需變更現有情況，必須考量專家之意見，原則上，該區域同樣禁止開發行為。

每一幅危險區地圖必須經過專業的審查及行政審核並取得許可。由於危險區地圖應用於土地利用規劃時，紅色危險地區的劃設會導致土地價值的降低。因此每一張危險區地圖的草圖必須先提交給地方政府，並供大眾檢視。每一人均有權力檢閱地圖並在檢閱過程中提出其意見。在檢閱期限過後，農林環境及水資源經營部、野溪及雪崩防治局與地方政府將組成委員會，依據各方意見重新審查地圖，如有需要則進行修改，最後送交農業森林部部長核定公告，並由聯邦省政府及地方市政府，分別作為經費核定及土地使用管理之依據。危險區地圖一旦經核定，區內土地之土地開發、利用、建築整修及交易等均

需依照危險區地圖相關規定辦理，每年度 WLTV 各工作站會依危險區整體治理計畫分年分期實施相關治理工程，並於完成整治工作後，重新修正危險區地圖，減少對居民的限制，提供正確的土地開發管理資訊。

表 2 土石流及洪水災害危險區劃定標準表

劃定標準	危險區	150 年重現期距設計事件	10 年重現期距頻率事件
1. 滯流水深	紅色區	水深>1.5 公尺	HQ10 水深>50 公分之邊界 HQ1 水深>20 公分之邊界
	黃色區	水深<1.5 公尺	HQ10 水深<50 公分之邊界 HQ1 水深<20 公分之邊界
2. 流動水深	紅色區	能量水深>1.5 公尺	HQ10 能量水深>0.25 公尺
	黃色區	能量水深<1.5 公尺	HQ10 能量水深<0.25 公尺
3. 沖蝕溝	紅色區	深度>1.5 公尺	可能有沖蝕溝
	黃色區	深度<1.5 公尺	僅有逕流但無沖蝕溝
4. 推移質堆積	紅色區	堆積高>0.7 公尺	有推移質堆積的可能
	黃色區	堆積高<0.7 公尺	無推移質堆積
5. 基腳掏刷引起之河岸崩落	紅色區	崩塌面或邊坡的上面邊緣	-
	黃色區	安全區域	-
6. 土石流或土壤潛移	紅色區	土石流堆積區之邊界	-
	黃色區	土石流堆積區之邊界	-
7. 向源侵蝕	紅色區	可能發生大小	無法評估
	黃色區	參照第 3 項及第 5 項	

資料來源：Gernot Fiebiger, 1997

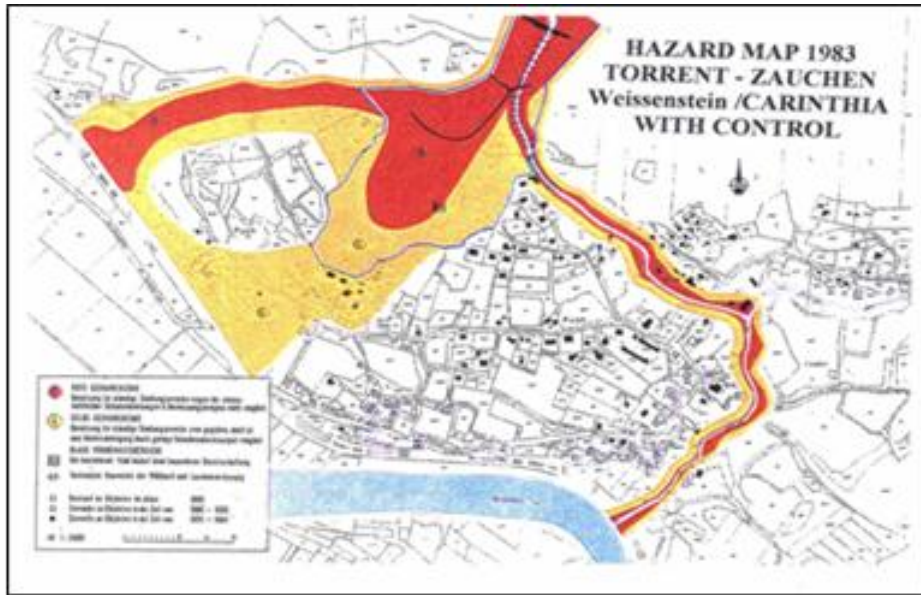


圖 17 奧地利野溪危險區地圖的劃設

(二)河川下游區(野溪區域以外)

由於河川下游平原地區是由各省負責執行各項危險區劃定、整體治理計畫及施工等工作，洪災風險圖之分析採用二維淹水模式(如 Hydro_AS-2D 模式等)，在模擬淹水時需要輸入資料包括集水區各重現期距設計降雨量及土地利用型態及地形等資料，算出各重現期距(30 年、100 年、300 年)之洪水量、洪水流速、淹水深度等資料，而模擬之淹水圖根據洪水流速和淹水深度決定紅色危險區或黃色危險區如圖 18，淹水深度大於 1.5M 及洪水流速大於 2m/s 區域為紅色危險區，不適合居住，屬於禁止開發區，其他為黃色危險區，另外藍色保留區主要是保留給未來防災措施如圖 19。

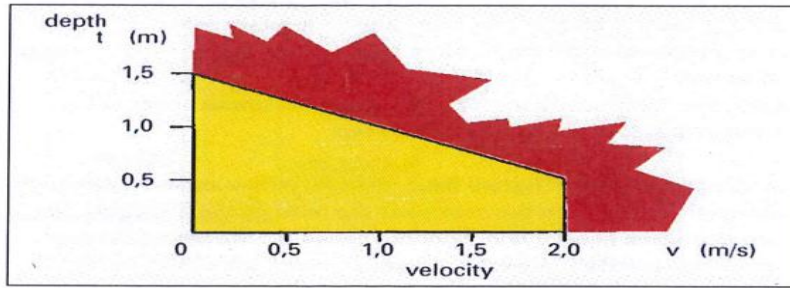


圖 18 洪水災害風險區劃定標準(依洪水流速和深度)

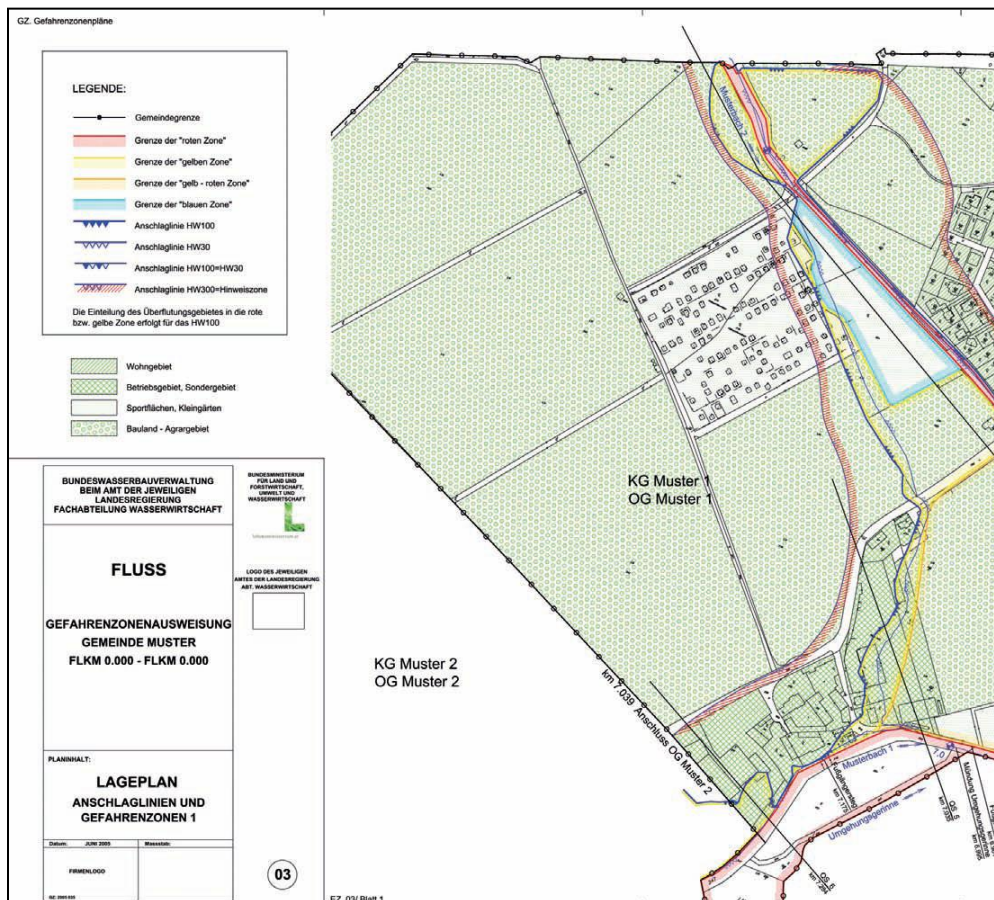


圖 19 奧地利河川下游區危險地圖的劃設

資料來源: <http://ec.europa.eu>

第三章 心得感想與建議

本次奧地利研習期間雖然時間並不是很長，此將個人所獲得的心得感想與建議，臚列如下，以供參考：

一、心得感想

(一)、充分利用地形，採用高地滯洪的觀念

奧地利山地占國土面積約 67%，上游的野溪治理不會只單純採用渠道拓寬方式，讓洪水迅速往下游移動，造成下游治水困難度增加；而是充分利用地形地物特性，於上游峽谷處或其他適合地點興建滯洪壩，採用高地滯洪的方式，讓上游洪峰滯留於上游林地或凹谷處，減低上游洪峰，透過滯洪壩壩體開口之調節，可減低洪水流量流出，使洪水安全通過下游河道，減輕下游負擔，且可避免因上下游計算重現期距而採用防護標準之不同，而加重下游洪災。

(二)、充分利用各種對策將土石流滯留上游

奧地利全國約有一萬多條野溪，防洪不僅著重野溪本身，而係以流域整體管理為主，以減低洪災風險為前題基礎上實施治理，再融入其存在已久之危險地圖劃設方式減輕災害。實務上其將水砂儘量分配滯蓄於上游集水區，並基於風險管理概念，將現階段無法滯蓄於上游集水區之水砂引導至危害較小區域。奧地利常在山坡陡峭、水流湍急或嚴重沖刷處設置多重攔砂壩，採逐步消能方式，將土石流滯留上游，且 WLIV 不但於構築堤防時植生復育樹種，亦在山坡地依土壤、氣候狀況種植各種抓地力強之樹種，值得台灣野溪治理時之參考。

(三)、危險區域劃定，限制土地之利用

奧地利因阿爾卑斯山貫穿奧地利的西部和南部，當地土地

利用多位處於山腳或溪流切割之谷地，常遭受山洪、土壤沖蝕及土石流災害之侵襲，早在 1975 年的「森林法」就有規定，集水區野溪與雪崩及受其威脅的地區需製作危險區地圖，限制土地之利用，災害風險管理概念一直延伸至野溪以下之平原河川區域淹水潛勢圖之劃設，中西部和西南部各省大多在 2003 年以前就完成全省的危險區地圖劃設，危險區限制建築房屋和避免土地的過度開發，降低了天災所造成的危害。非工程防洪措施相較工程措施所需要的費用不高，並能有效減輕淹水災害。

(四)、集水區之水土保持及林木之保護良好

奧地利之森林面積很多屬於私人所有，但森林法對於森林擁有人有諸多的限制和主管機關所採取的集水區森林綠地對策，除天然地質關係裸露外，在集水區內處處是青木翠綠，林木保育良好，森林綠地覆蓋率高，極少見到裸露地，森林綠地對策可減低集水區內逕流及降低對土壤沖刷、減少土砂的產生和土石流災害之發生。更可有效維持河川水質並涵養河川水源。

(五)、人民有充分表達意見的機會，展現充分民主並守法的觀念

奧地利與台灣同樣是山地佔大部分的國家，地形條件相似，領土為台灣的 2.3 倍，但台灣人口卻為奧地利的 2.7 倍，可見台灣人口密度為奧地利的 6 倍多，奧地利在 2011 年的人均國民所得約為台灣的 2.3 倍，加上社會福利好，犯罪率低，人民非常守法，山地很少有濫墾和濫伐的情事發生，危險區地圖劃設讓人民有充分表達意見的機會，且公務部門管理者執行公權力的態度是嚴格的，因此奧地利河川治理和管理工作能夠落實。

(六)、河川上下游雖分屬不同的主管機關，但界點清楚、權責分明

奧地利同一水系雖分下游由河川管理局、上游由野溪及雪崩防治局管理，但河川上游和下游有清楚界點，讓不同機關彼此分工明確、權責清楚，且相互間充分合作，展現流域整體治理觀念。

(七)、奧地利洪水危險區系統的資訊化和網路化

奧地利自 2002 年發生重大的洪災後，奧地利農林環境及水資源經營部和奧地利保險業協會之間合作架構公私合作夥伴關係 (PPP)，而 HORA 正是 PPP 合作下的一個平台，一種奧地利對自然災害和新的風險溝通方式的平台，自 2006 年 11 月網站提供奧地利河川沿岸各重現期距(30 年、100 年、200 年)洪水危險區域，任何人都可以查詢，一方面可供保險業承保的參考，另一方面可以供公眾參與並增加風險意識，達到避災減災的目的。

二、建議

(一)、避災減災從源頭做起，有事半功倍的效果

奧地利從集水區流域上游的森林綠地對策，人民非常守法，山地很少有濫墾和濫伐的情事發生，就可減低集水區內逕流及降低對土壤沖刷、減少土砂的產生和土石流災害之發生。相較於台灣，部分山地地區原本不適合開發或居住的地方卻有濫墾和濫伐的情事發生，應加強集水區之水土保持及林木之保護並嚴格取締山坡地不當的開發，另一方面奧地利充分利用地形，讓高地洪峰滯留於上游林地或凹谷處，減低上游洪峰，減輕下游負擔的觀念，值得台灣借鏡，台灣河川上下游亦常見災害發生在山地與平地的接壤處，奧地利的河川管理架構與台灣

是相當類似，河川上中下游分屬不同的主管機關，但是界點清楚、權責分明，且相互間充分合作，展現流域整體治理觀念。

(二)、加強風險管理的措施

工程措施減災有其限度且所需投資之經費龐大，增加政府財政負擔，而洪災是無法阻止的自然現象，人類活動加上氣候變遷更增加洪災風險和損害規模，為了減少洪災損失及因應未來全球暖化而加劇的威脅，台灣應加強風險管理的措施，劃定危險區域，限制建築房屋和避免土地的過度開發，降低天災所造成的危害，非工程防洪措施相較工程措施所需要的費用不高，並能有效減輕淹水災害。同時結合民間力量推動危險區的資訊化和透明化，供公眾參與並增加風險意識，達到避災減災的目的。

第四章 參考文獻及其他事項

一、參考文獻

1. http://ec.europa.eu/environment/water/index_en.htm
2. Active and passive countermeasures against debris-flow hazards
2012 Joerg Heumader.
3. Hazard(Natural risks)mapping in Austria 2012 Gernot Fiebiger.
4. <http://www.hochwasserrisiko.at/>
5. <http://www.lebensministerium.at/>
6. 柯勇全，2004，奧地利危險區劃定與管理，行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書 No.: 484C04-40318
7. 洪水減災之非工程措施整體策略，2009，楊松岳，行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書，C09800407

二、誌謝

本次研習感謝經濟部國際合作處 101 年度台奧技術合作訓練計畫經費支助及經濟部水利署水利規劃試驗所推薦，同時感謝駐奧地利代表處經濟組龔組長榮男、林柏廷兄和奧籍同事的協助連絡，本所謝課長天元、楊正工程司松岳、張副工程司東興等先進分享研習經驗及相關資訊，特別感謝奧地利聯邦野溪及雪崩防治局 Tyrol 省 Imst 分局長 Christian Weber 協助安排整個參訪行程與連絡相關參訪單位，感謝在 Salzburg 省的 Dr.Gernot Fiebiger 及其夫人安排參訪與接待、在 Tyrol 省 Imst 及 Innsbruck 的 Prof Joerg Heumader、在 Vorarlberg 省 Vorarlberg 分局副分局長 Margarete Wöhrer-Alge 安排參訪及奧方許多各單位先進等陪同參訪並提供寶貴之經驗與觀念，在此一併致上由衷之謝意。

附錄、參訪照片



野溪就地取材利用木材消能情形



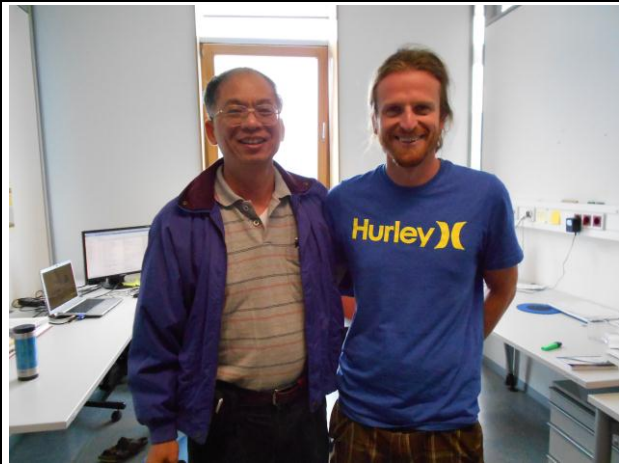
Pillsteinbach 高地滯洪壩 (上游面)



攔砂壩方式攔蓄上游土石情形



舊有攔砂壩修正攔蓄上游土石情形



與維也納自然資源與應用生命科學
大學 Mr. Pichler Josef 合影



與 Dr. Gernot Fiebiger 合影



Frutz 野溪整治完成情形



與 Vorarlberg 分局 DI Elmar
Plankensteiner 合影



與野溪及雪崩防治局 Vorarlberg 分
局副分局長 DI Margarete
Wöhrer-Alge 合影



Vorarlberg 省野溪拓寬整治完成情形



Tyrol 省野溪上游土石崩落情形



與 Tyrol 省分局長 Christian Weber 及 Prof Heumader 合影



攔砂壩兼滯洪



新建攔砂壩兼滯洪



防流木與消能用梳子壩



與提絡水文及水力部門 Dr. Gattermayr 及 Dr. Stefan walder 等合影



廉潔、效能、便民



經濟部水利署

台北辦公室

地址：台北市信義路三段 41 之 3 號 9~12 樓

總機：(02) 3707-3000

傳真：(02) 3707-3166

免費服務專線：080-0212239

台中辦公室

地址：台中市黎明路二段 501 號

總機：(04) 2250-1250

傳真：(04) 2250-1628

免費服務專線：080-0001250