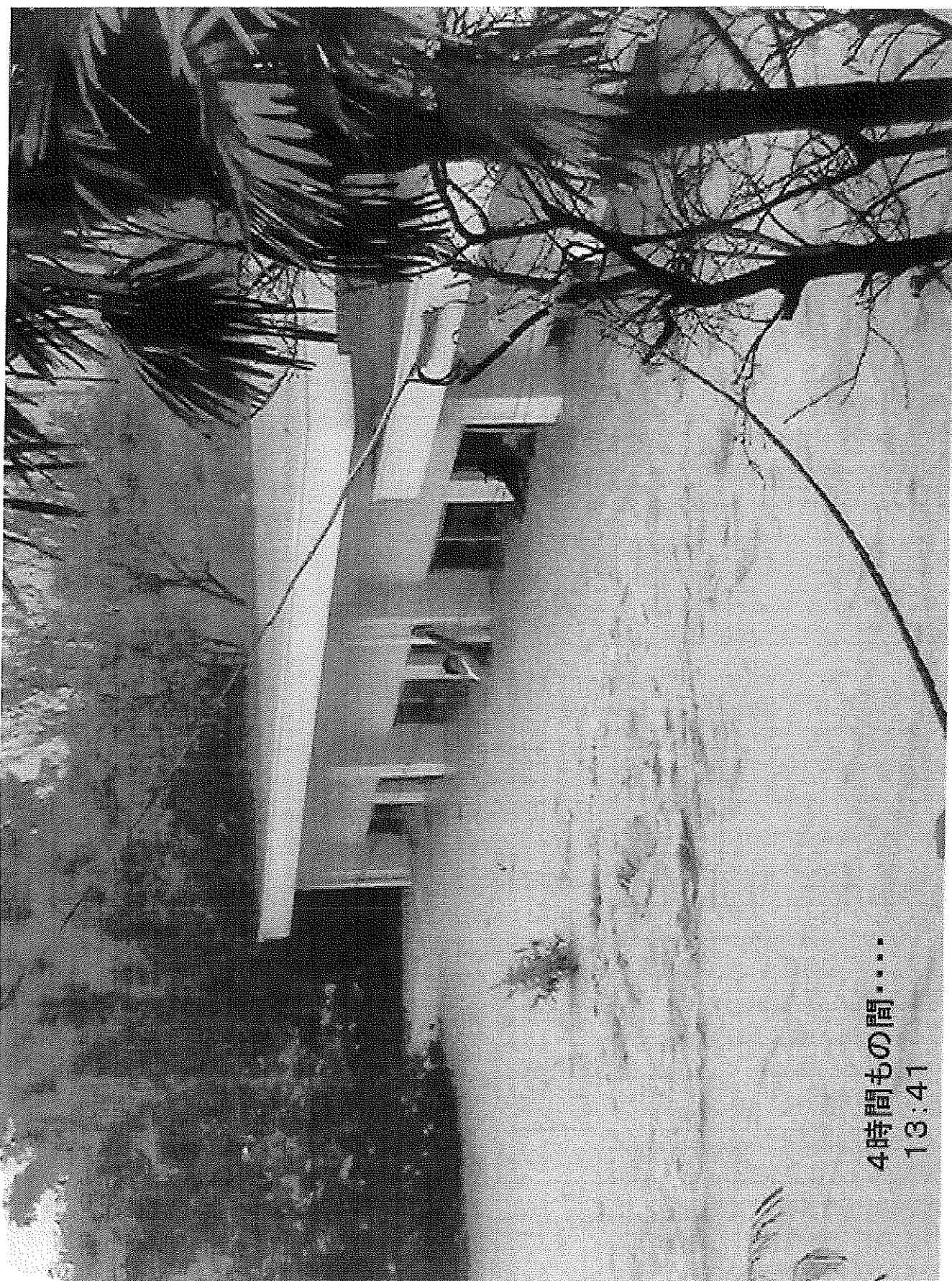




地球温暖化の影響と適応—水資源 対策—環境の視点から

写真：インドネシアによる高潮災害、2005年11月25日
死者：約2000名、被害総額：250億ドル（約3兆円）



4時間もの間……

13:41

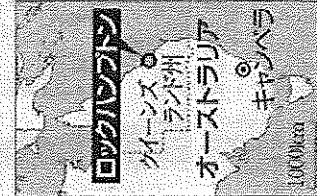


冠水したロックハンプトン南邸(6日、AP)

豪北東部 未曾有の洪水

【シンガポール＝岡崎哲】オーストラリア北東部クイーンズランド州で、昨年12月下旬から降り続く大雨が未曾有の洪水被害を引き起こしている。氾濫した河川の濁流にのまれ、少なくとも6日までに10人が死亡。州政府によると、日本の国土の2.4倍にあたる90万平方キロメートル以上が水につかり、住宅が浸水するなどの被災者は約20万人に達した。

冠水、日本国土の2.4倍 ◇ 石炭高騰の恐れ



豪AAP通信によると、港灣都市ロックハンプトンでは、川の堤防が決壊して市街地のほとんどが冠水し、6日には住民に食糧を届けるため軍が出動した。

産業活動にも影響が出ている。同州は国内最大の石炭の産地だが、露天掘りの採掘現場の多くが水没。クイーンズランドは5日、州内の75%の炭鉱が採掘を停止したと明らかにした。今回の大雨と洪水は国内総生産(GDP)を0.3%押し下げるとの推計もある。

豪州では12月から3月は夏で雨の多い時期だが、豪気象庁は今回の記録的な大雨について、南米ペルー付近の太平洋の海水温が例年より下がるエルニーニョ現象が原因と説明する。

一方、地元紙「クーリエ・メルボルン」は、水害により農産物の価格が今後、50%以上高騰する恐れがあると報じている。日本はとうもろこしのめん類やパンの原料として小麦の2割を輸入しており、水害が日本の食卓に

適応策はなぜ必要か

自然も社会も災害に対して免疫力を有する

しかし、災害外力が増えたと...

免疫力の不足が生じる

例：平成15年台風10号による北海道の災害（これまで2日雨量が200mm程度だったところに300mm以上降った）



図-1.4.1 沙流川・平取地点の年最大48時間降雨量（1998-2003は色を変えて表示）

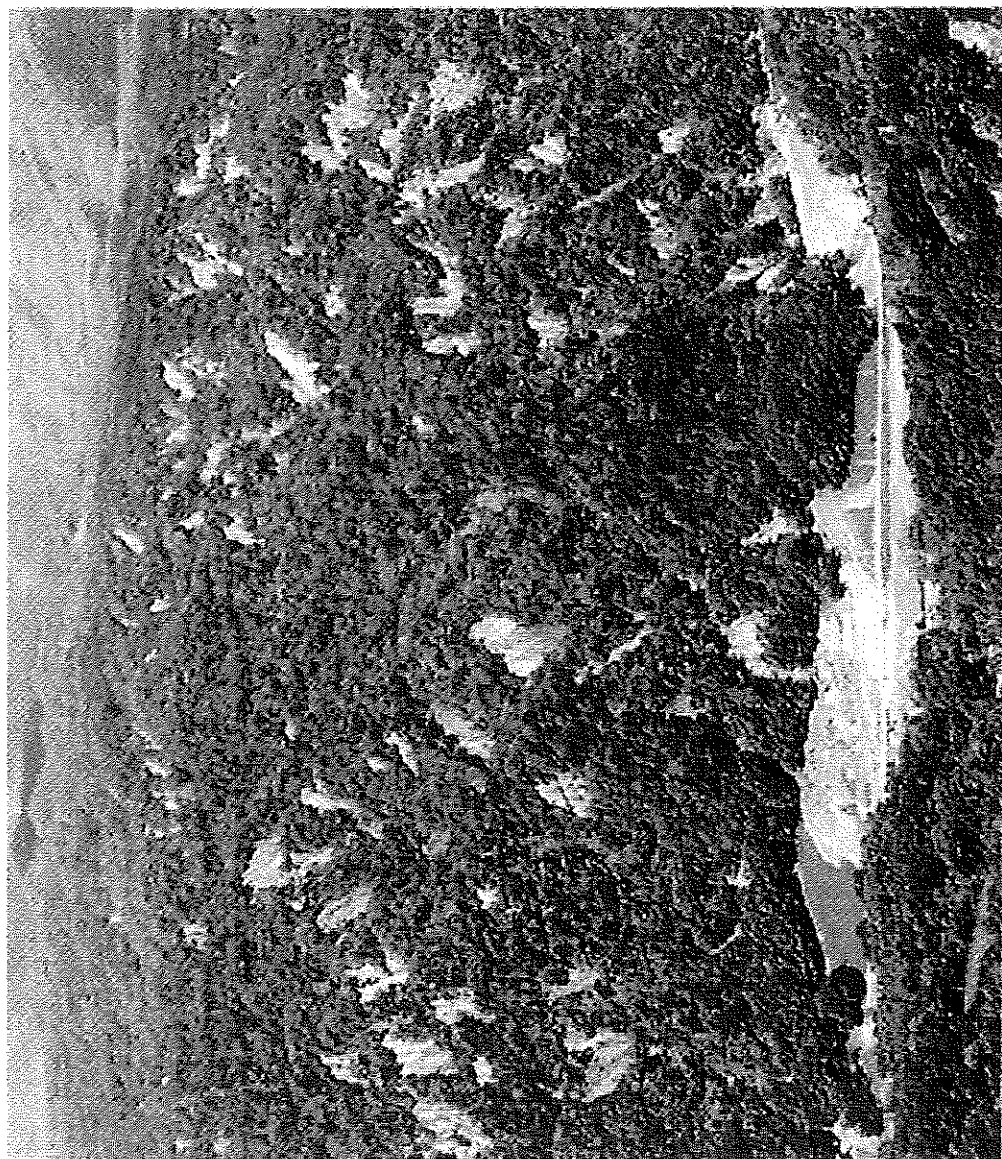


写真-3.1 厚別川流域の崩壊地状況

(平成15年8月13日，北海道開発局防災ヘリコプター
「はっかい」による撮影，厚別川支川元神部川付近)

平成15年厚別川上流域の崩壊状況



適応策はなぜ必要か ― 災害免疫力―

九州では、この程度の雨量では災害は生じない。つまり、免疫力がある。しかし、免疫力の不足が近い将来生じ、危険な状態が生まれる

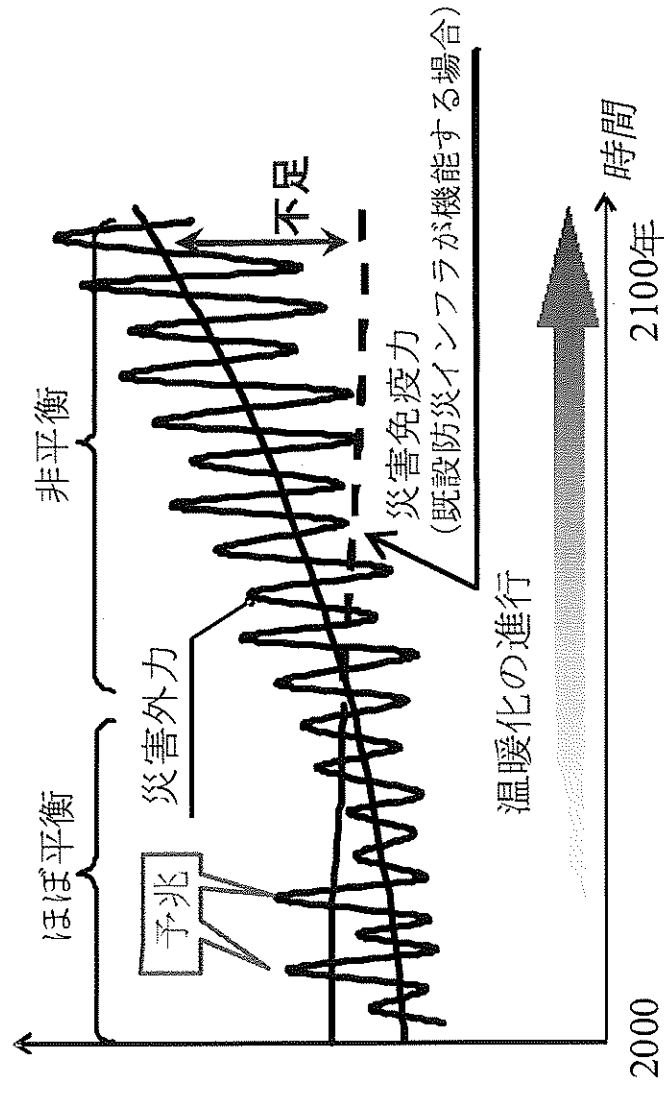


図2 災害免疫力の相対的な低下

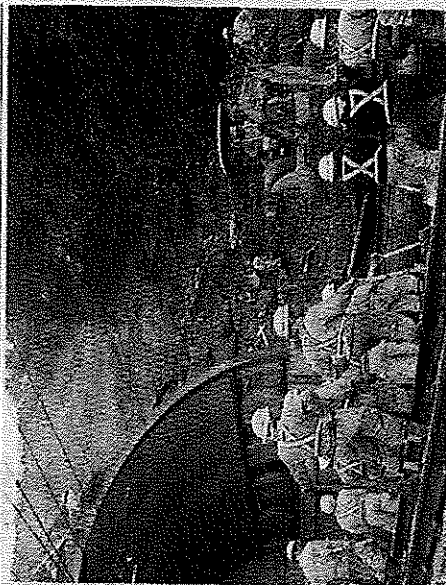
大崩落後の河道閉塞と決壊、河道再形成



九州新幹線、線路に土砂

鹿児島市 城山のがけ亀裂

鹿児島市の鹿児島県道2号(鹿児島市道)沿いの城山(しろやま)のがけに、7月6日午後、大雨が降った。その結果、城山のがけに亀裂が走り、土砂が崩れ、九州新幹線の線路に土砂が溜まった。鹿児島市は、7月7日午前、城山のがけに土砂が溜まったところを、工事車両で撤去した。また、城山のがけに土砂が溜まったところを、工事車両で撤去した。また、城山のがけに土砂が溜まったところを、工事車両で撤去した。



土砂崩落に当たるJRの作業員ら＝7日午前10時25分、鹿児島市小野町で

高雄県甲仙郷小林村

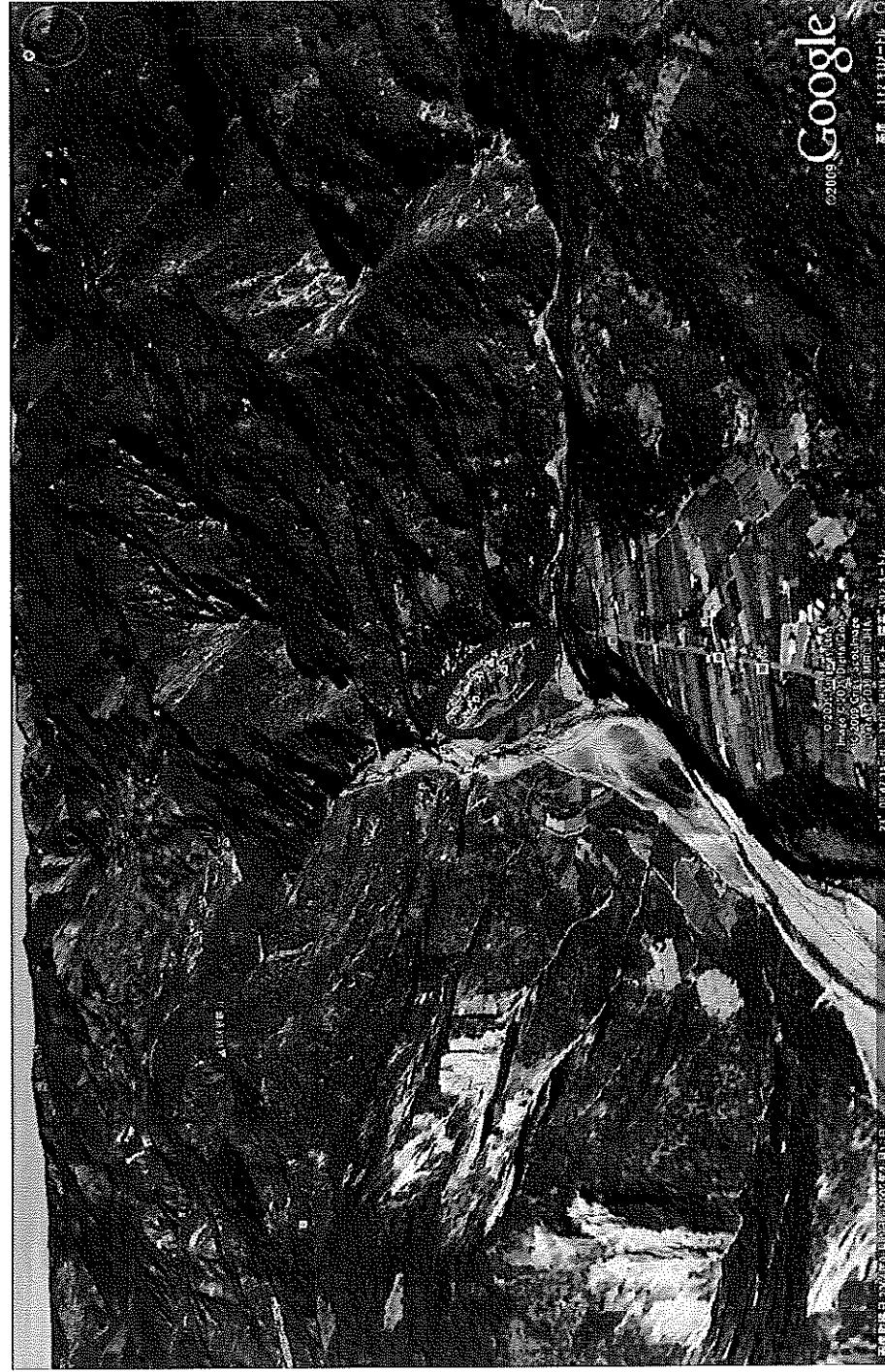
8月9日早朝に集落の上方にある山腹部で大規模な土砂崩れが発生し、集落の中心部が土砂に埋まることによって壊滅的な被害をうけた。死者、行方不明者数はあわせて450を超えた。4日間で2,900mmの豪雨（日本の一年間の平均降水量は1,700mm）



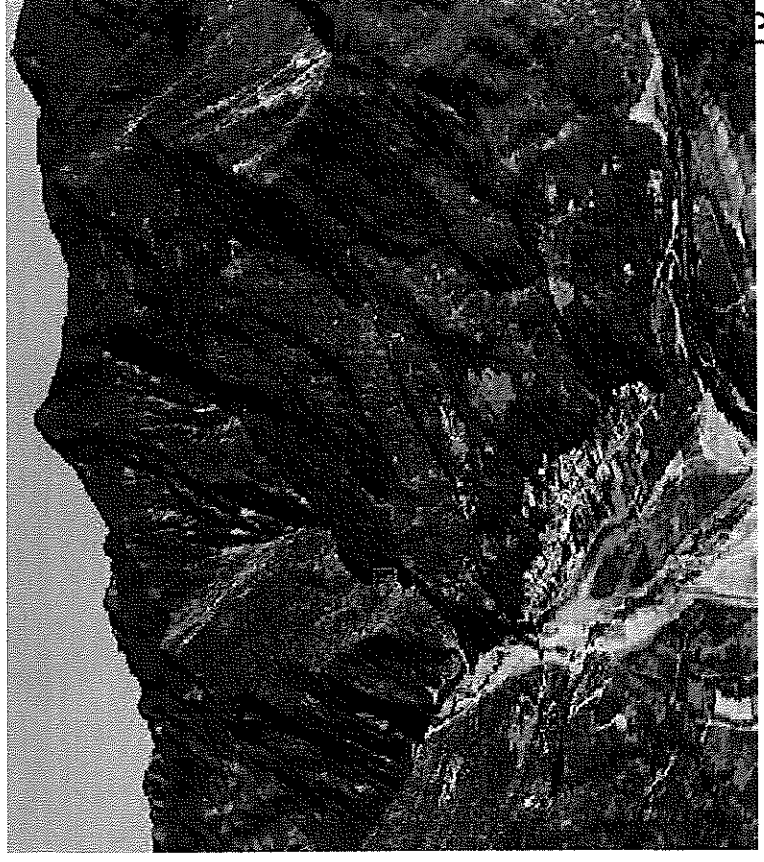
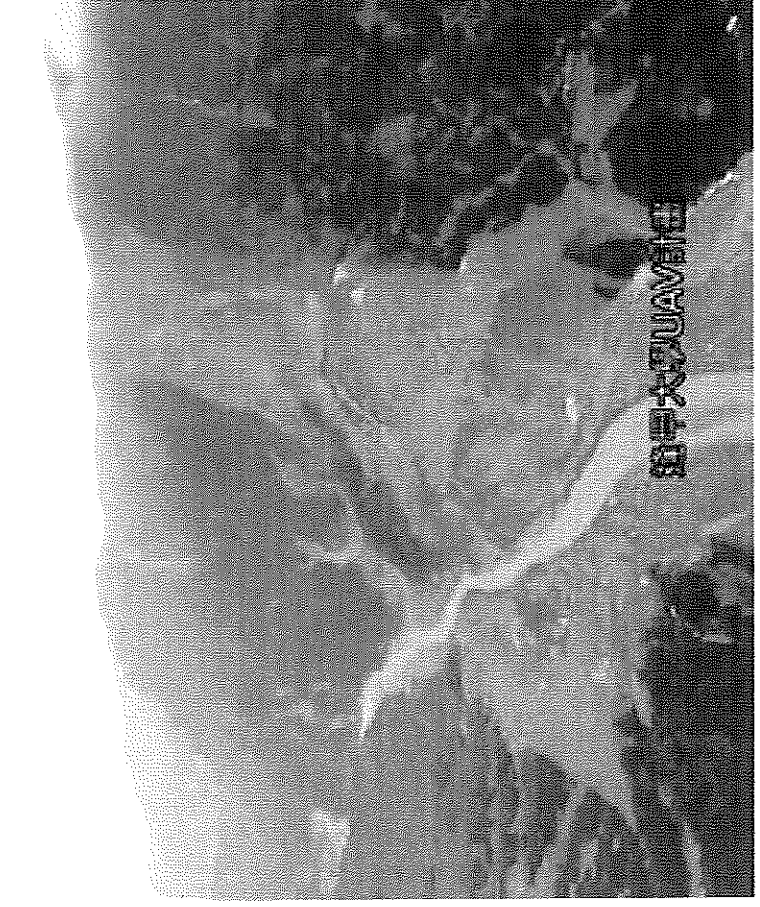
以前の小林村の様子



地形图



斜面崩壊の前後



甲仙郷小林村

深さ80mの深層崩壊



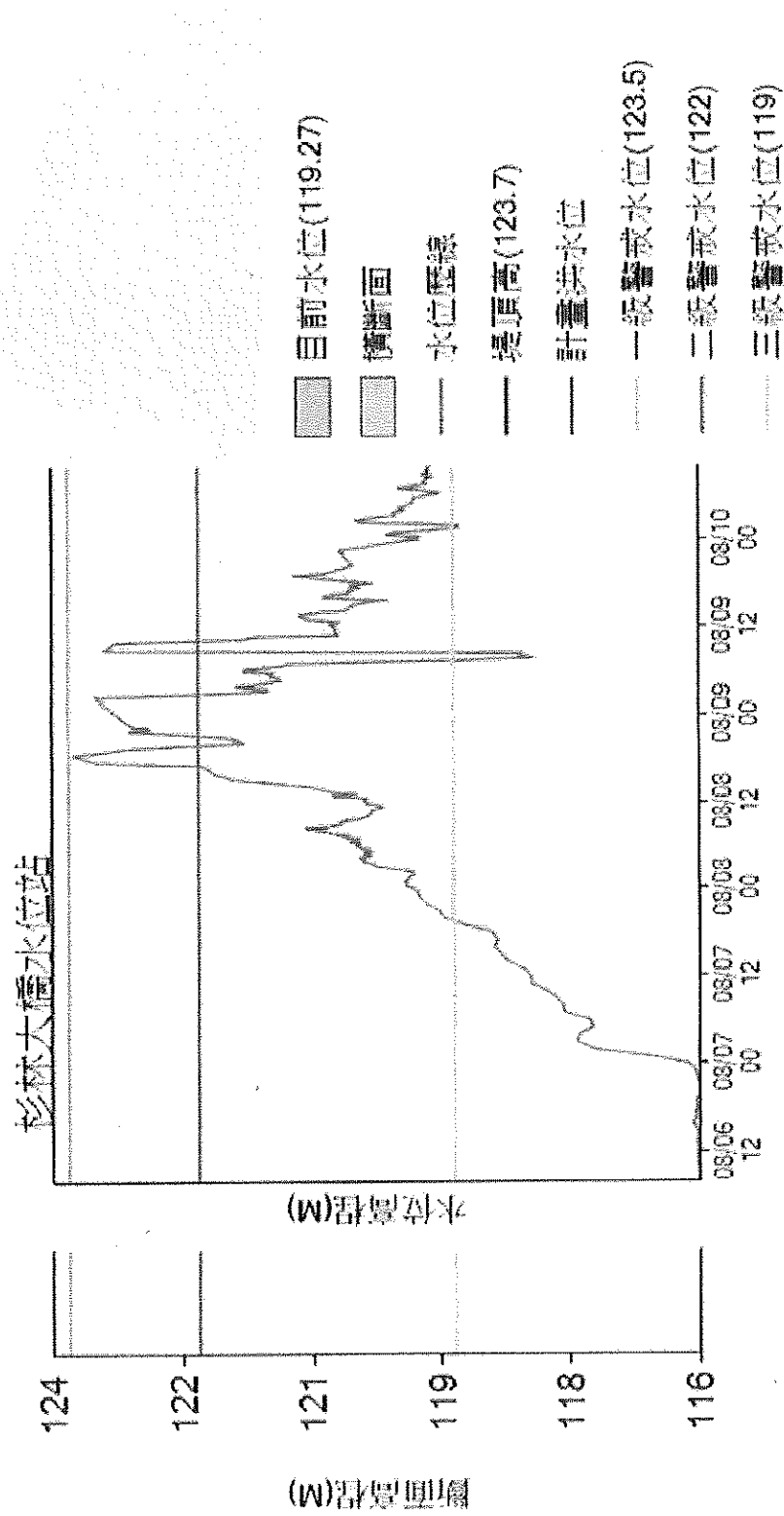
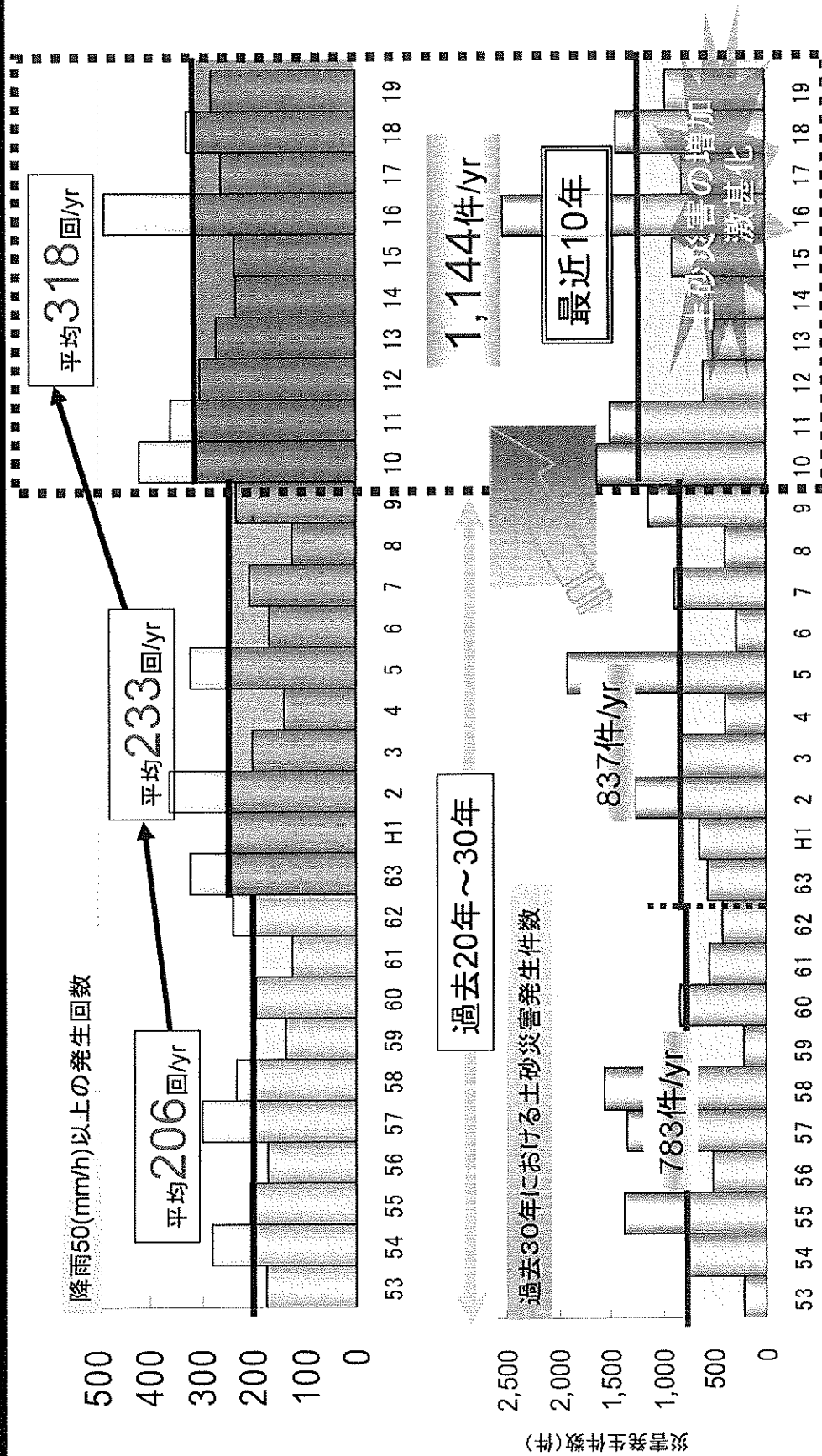


圖 5、杉林大橋站莫拉克颱風期間水位歷線圖(資料來源：經濟部水利署)



近年の豪雨ならびに土砂災害発生件数の増加



過去30年間の災害発生件数の平均は921件/年※。気候変動の激化に伴い、土砂災害も増加・激甚化の傾向。今後もIPCC報告の通り、温暖化が進行すれば、土砂災害が増加・激甚化することが予想される。

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change):気候変動に関する政府間パネル

(※)H4-7の雲仙普賢岳による火砕流を除く。S53~57の土石流、地すべりの件数は推計値。砂防部保全課調べ)

適 応 策 の 基 本

災害外力 ≧ 防災力となったとき、

- ・想定外の大規模災害の発生
- ・極身近なところでの思わぬ危険との遭遇
- ・社会の予期せぬ部分の破綻

：

防災力を上げていくためには、

自助 ≧ 共助 ≧ 公助(3日以降～復旧時)
自分の身は自分で守るという意識の徹底
イマジネーション力を養う。個人レベルで備える
予兆・前兆を感じ取り、それに備える

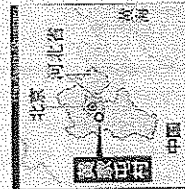
：

両極端化する降雨パターン——集中豪雨と旱魃の両極端化——

世界の穀物減産予測

異常氣象、39方国食糧難か

中国北部 干ばつ8年



北京は中国の首都で、人口は2000万人を超えている。中国の北方に位置し、乾燥した気候で、水不足が深刻な問題となっている。特に近年は、干ばつが頻発し、農業と生活に大きな影響を与えている。

北京で56年ぶり高温

【北京25日通信】中国北部の干ばつが深刻化している。北京の気象台が発表したところによると、56年ぶりの高温が観測された。干ばつによる水不足が深刻化し、農業と生活に大きな影響を与えている。

五輪屋外競技に影響も

「夏の五輪は予定通りだ。しかし、干ばつによる水不足が深刻化し、農業と生活に大きな影響を与えている。特に近年は、干ばつが頻発し、農業と生活に大きな影響を与えている。」

北京の気象台が発表したところによると、56年ぶりの高温が観測された。干ばつによる水不足が深刻化し、農業と生活に大きな影響を与えている。特に近年は、干ばつが頻発し、農業と生活に大きな影響を与えている。

水が枯れた川の風景。北京で、干ばつが深刻化している。

では、どういった適応策が考
えられるのか？

食糧危機再燃の兆し

世界各地で暴動や政情不安を引き起こした昨年度の食糧危機が来年度、再燃する可能性が高まっている。アジアやアフリカの農地が今年、自然災害に襲われて穀物生産が落ち込み、食糧価格の急上昇を招いた。今年初めて10億人を突破した世界の「飢餓人口」が、さらに増える懸念も広がる中、国連食糧農業機関(FAO)や各国政府は警戒を強めている。

(ローア・南島信也、アキラ・松井健、ニコレット・高野政)

東南アに豪雨 インド干ばつ

輸入争い コメ急騰



ニューデリーで16日、上昇する食糧価格の統制を政府に求めるデモが起きた三A P

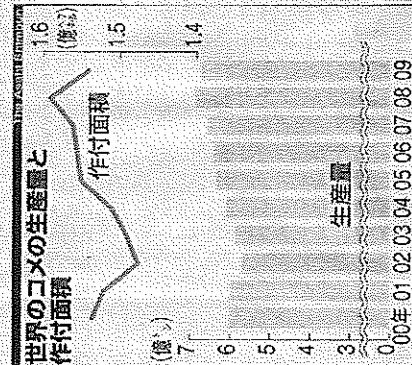
今年、豪雨が東南アジアの水田を直撃し、干ばつがインドやアフリカの農地を襲った。途上国の人口増や経済発展にともなう消費の拡大に伴給が追いつかず、食糧価格の上昇が「危険水域」(FAO

当層)に迫る。

「田植えを済ませ、施肥もした後に台風が来た。うちの収穫はゼロ。周囲の家も立派の1割がせいぜいだ」

フィリピン・ルソン島中部ブラカ州で50年以上コメを作り続けているコラド・カラウ・サエ(70)は、嘆いた。アイルラコで看護師をしている長女からの仕送りで食いつなぐ。灌漑水路の修復が遅れ、水が来ない。

ルソン島には9月上旬から台風15号と17号が相次いで襲来し、計900人以上が亡くなった。農業への被害も甚大で、国家食糧貯蔵によるコメの配給を要する約54万が被害を



00年と09年の主要食糧価格の比較					
穀物	↑	2.0倍	食肉	↑	1.2倍
油	↑	2.3倍	砂糖	↑	2.7倍
乳製品	↑	2.1倍			

(FAO調べ、09年は11月現在)

2008年の食糧危機 人口増加、自然災害、穀物市場への投機や原油相場の高騰、トウモロコシなど農産物を原料とするバイオ燃料の利用拡大といった複合要因で、08年度に穀物価格が急騰。コメの国際価格は、07年末の1.3倍に達した。

前後から08年生産国の輸出制限やデモが頻発した。日本でも輸入制限に駆けつけ、学校給食に及ぶ

・「環境」の二一ズの高まり

従来型の貯水ダムの環境に与えるインパクトが懸念

(上下流の分断, 水質の悪化, 流量変動の減少等)

⇨「防災」と「環境」の両立が可能な

流水型ダムが注目されている

- ・しかしながら大規模なダム事業に対する逆風
(環境・コスト等から小規模な開発が望ましい)

本研究では小規模な流水型ダムを流域に分散して設置する場合の洪水制御効果などを数値シミュレーションにより検証

2. 流水型ダムの特長1

- a) 河床とほぼ同じ高さに設置された穴を通して水は常時流れるため、通常は水は貯まらない。従って土砂や魚類も通過する。通常はダムがないのと同じ状態なので環境への負荷が少ない。
- b) 安全のための治水専用ダムなので住民の合意が得られ易い。
- c) 洪水自然調節方式のダムの場合管理の必要がなく、人為的なダム操作が入らない。人為的ダム操作が「ダムが洪水の原因」という誤解を下流住民に与える原因となっており、この誤解を回避できる。
(例えば、球磨川水系市房ダム、川内川水系鶴田ダム・・・)

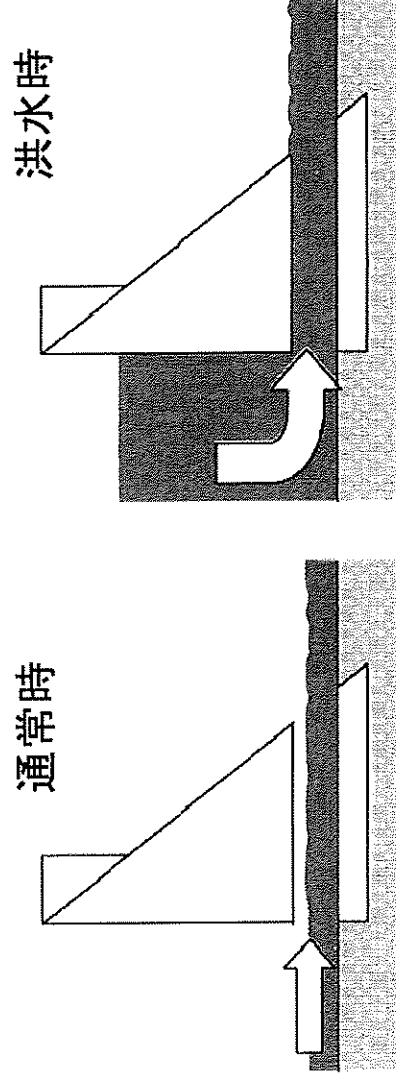
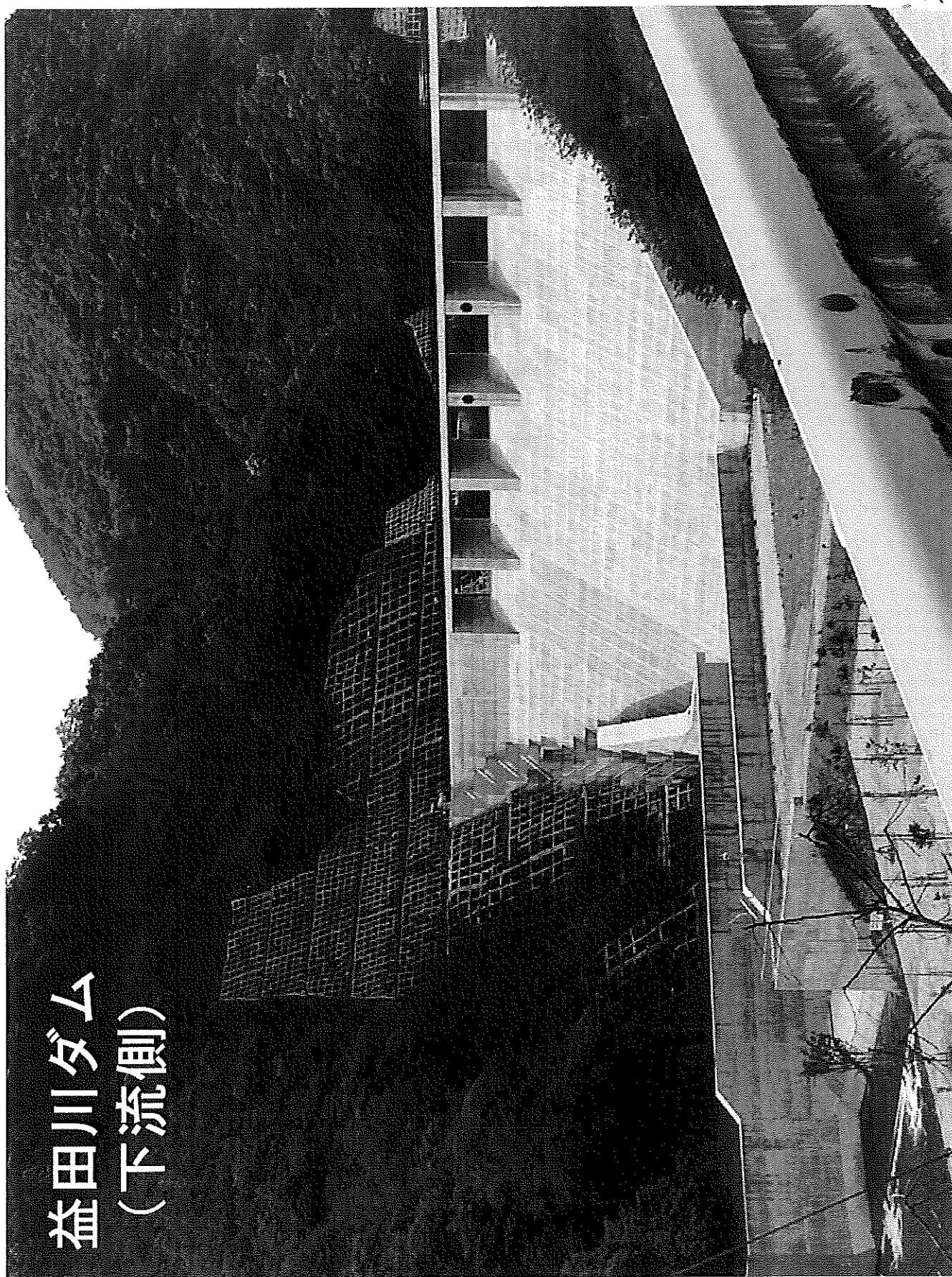


Fig. 治水専用穴あきダムの概略図

流水型ダムの特長2

- d) 天然土砂ダムや上流の既存ダムが万一崩壊した場合、また大量の降雨や地震などで大量の土砂がダム湖内に崩落してダムサイトを越水した場合などに生じる段波を、下流に穴あきダムがあると一旦受け止めて、下流側の被害を大幅に軽減してくれる。
- e) 地球温暖化や食糧自給率の向上などで将来水資源問題が深刻化したとき、住民の合意のもとで、治水専用穴あきダムを低コスト・短期間で容易に貯水ダムに転換できる。従って、水資源の問題解決に大きく貢献できる。ちなみに、このような穴あきダムの貯水ダムへの転換については、益田川ダムの建設に伴い、小規模ながらその上流の笹倉ダムにおいて既に行われている。

益田川ダム (下流側)



益田川ダム





益田川ダム上流側（ダム湖側）の河川へのアクセス道路

3. 将来の安全保障としての流水型ダム

3.1 水資源システムへの取り込み

年月 日 期

2009年(平成21年)2月6日 金曜日

中国干ばつ深刻 400万人飲み水不足

【北京＝共同通信】中国北部の内陸部が、数十年ぶりに見られる深刻な干ばつに見舞われている。400万人近くが灌漑設備が不足に直面し、小規模作地の約48%が被害を受けている。胡錦濤国家主席は4日、対策を急ぐよう各部門に指示。昨年8月の北

京五輪にも関係した人工灌漑作戦を各地で展開する。中国農業省によると、河北、河南、山西、安徽など7省にまたがる地域では昨年11月からのまとまった雨が降っておらず、降水量は例年の1割程度。被害面積は約840万ヘクタールに達している。前年同期の

ほぼ倍で、「被害の広さ・深刻さは歴史上まれ」（中国気象局・鄭國光局長）という。一方は小麦の産地で、河南、安徽両省では、80%以上の畑が被害を受けた。採取された水は、目視された全土計はつが米生産で「3月以降に生産

水がなく、急激な気温上昇も重なることで深刻な被害が出ている」と気象局をのぞいた。約800万頭の畜産にも被害が出ている。2月は干ばつが一層と進むと予想され、食糧供給に影響が出るのは必至だ。

2009年(平成21年)1月28日(水曜日)

深刻な干ばつで 非常事態を宣言 アルゼンチン

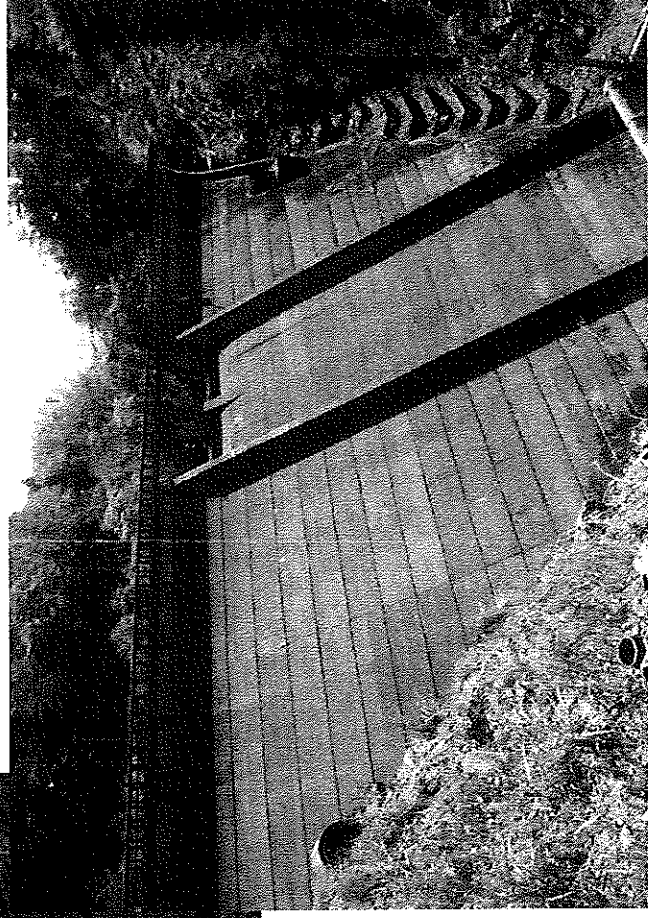
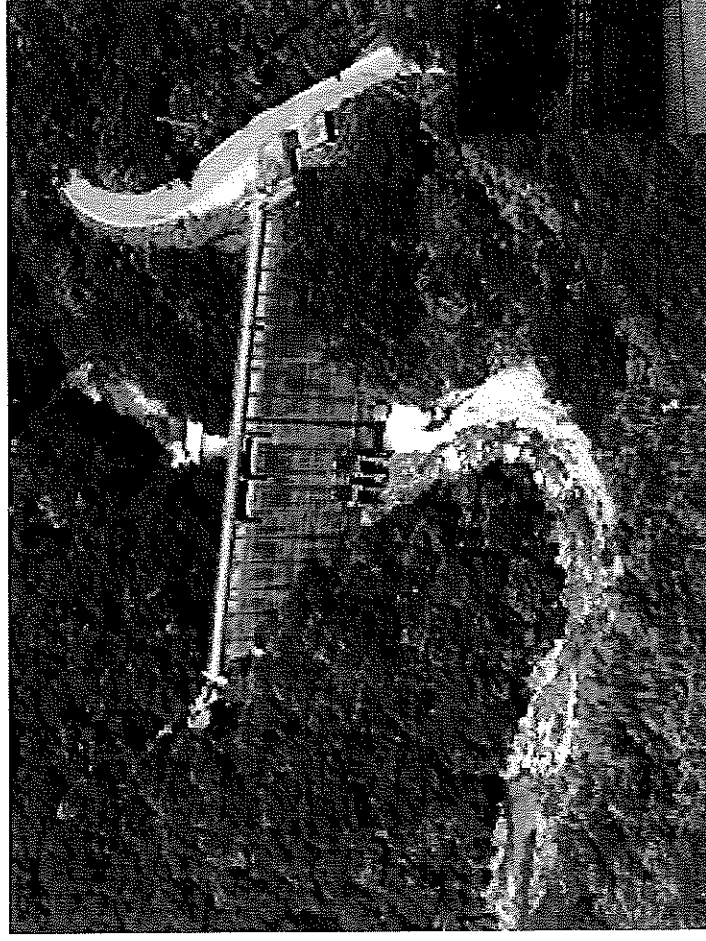
【サンプエロ26日時
事】アルゼンチンのフ
エルナンドス大統領は
二十六日、深刻さを増
す干ばつで非常事態を
宣言した。影響を被る
地域の農牧業者に一年
間の納税猶予などの特
例を認める。

アルゼンチンは世界
有数の穀物生産・輸出
国。干ばつの長期化で
生産減少が懸念されて
いる。地デンプイアは
干ばつ被害が過去七十
年で最悪と伝えてお
り、国内の供給不足を

防ぐため、小麦の輸出
を制限する動きも出始
めているという。

流水型ダムから貯水ダムへの転換

再開発前の 笹倉ダム

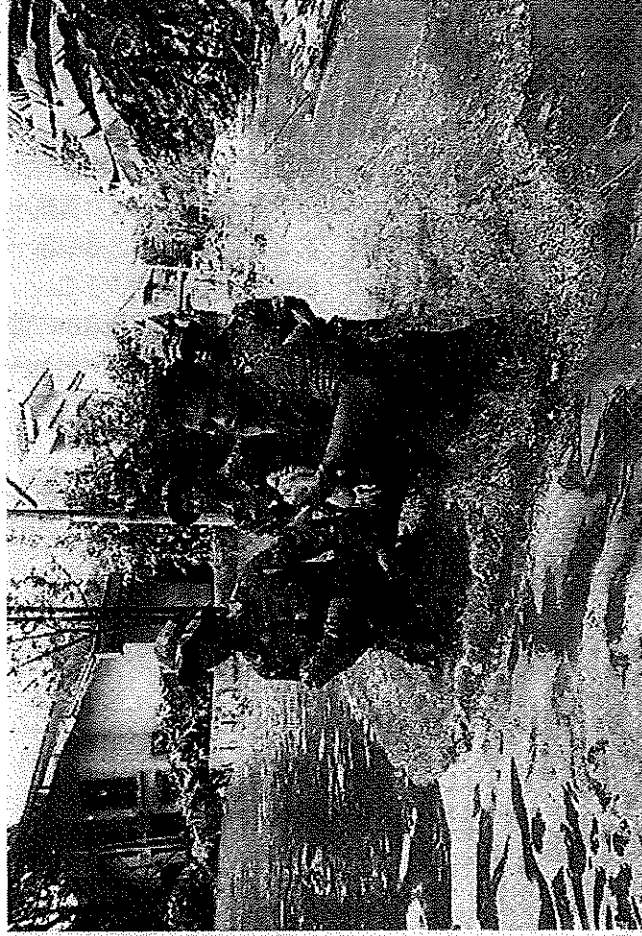


再開発後の笹倉ダム



再開発後の笹倉ダム(上流側)





ダム決壊で水浸しになったジャカルタ近郊の住宅地で27日、住民を救出する兵士のローター

ダムが決壊 死者50人超

ジャカルタ近郊

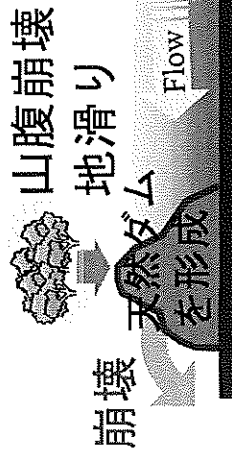
【ジャカルタ＝矢野英基】

インドネシアの首都ジャカルタ近郊のベングラ州タングラにて27日未明、ダムの堤防が突然決壊して洪水となり、近くの集落の数百棟が浸水、地元テレビなどによると、住民58人以上が死亡した。現場は小さな住宅が密集する地域で、救助活動が手間取っており、犠牲者数がさらに増える可能性がある。

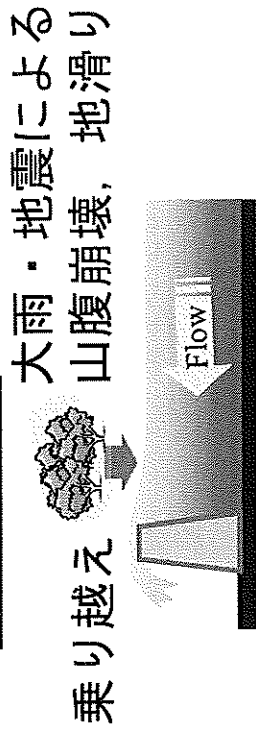
決壊原因は判明していないが、ここ数日、現場付近で強い雨が降ったことなどの影響と見られている。被害が大きかった集落では、洪水で水位が2～2.5メートルになり、屋根まで水没した家屋もあった。多くは就寝中で逃げるのが遅れたと見られている。

流水型ダムによる段波対策技術

現状: Case1



現状: Case2



一般的なダム

下流市街部



大災害!



流水型ダムの
クッション効果

流水型ダム



被害を格段
に軽減!

流水型ダム



流水型ダムは通常時は水を貯めないで環境に優しい

過去：従来は表層崩壊がほとんど→発生箇所が被害を受ける

現在→未来：降雨強度の増大



深層崩壊の増加



大量の土砂の生産

天然ダム形成と崩壊

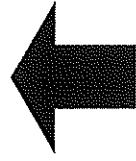


下流部に大被害
(空間的な拡がり)

発生箇所直下の
大規模被害

(ex. 台湾小林村)

河道に残って河床の上昇を引き起こす、従来の河川計画が成り立たなくなる
(時間的な拡がり)



流水型ダムが有効

被害の時空間的な
拡がり

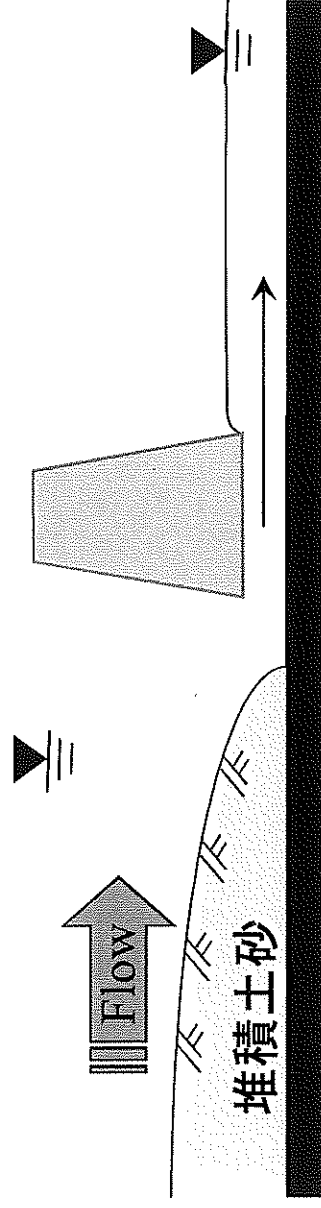


流水型ダムが有効
ダム上流に堆砂させて
後で採取すれば良い
(水がないので容易)

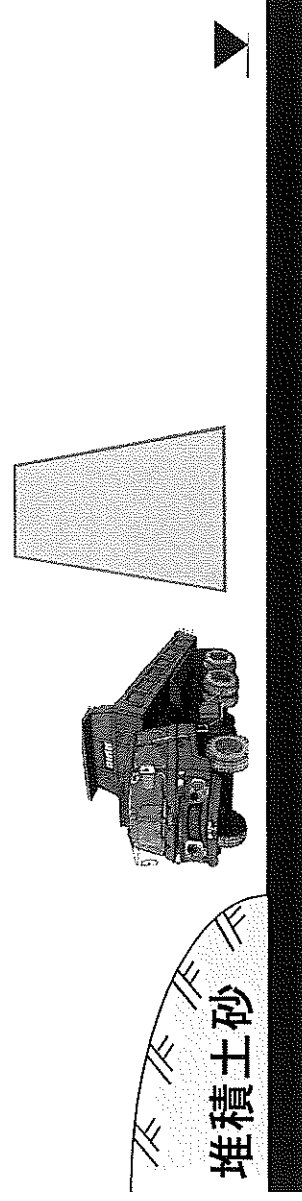


益田川ダム上流側（ダム湖側）の河川へのアクセス道路

深層崩壊により大量に河道に供給される土砂の処理



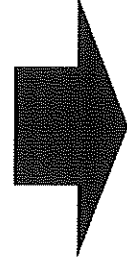
洪水時



洪水後

洪水後ダム上流に堆積した土砂の採取

前述のように貯水型ダムに比べて大幅に環境に優しく、かつ大きな防災効果も期待できる流水型ダムに対しても、貯水型ダムと混同されていることもあり未だに風当たりが強く、新規のダムの構築は極めて困難な状況



発想の転換・新しい展開が必要

前原元国土交通大臣：ダムによらない治水を提唱
2009.12.3 より 今後の治水のあり方に関する有識者会議



総合治水（あふれるのを認め遊水池や地盤の高い道路で防ぐ，
流域全体でソフト対策や土地利用規制も含めた対策をとる）



しかしながら、①遊水池としてのスペースの確保が困難
②地球温暖化による災害外力の増大



やはり積極的な対策が必要

通常の遊水池（横越流堰）≡流水型ダム（河道トンネル）



河道内遊水池としての流水型ダムの活用
（新しいコンセプト）

河道内遊水池としての流水型ダム

- (1) 河道空間を横方向・縦方向に広げて有効利用することになる.
- (2) 普段は水を溜めないのが通常の遊水池と同じ. 環境への負担は少ない.
- (3) 上流部に小規模の河道内遊水池を多数作ることで大規模ダムに代え得る.
- (4) 河道内遊水池群を作ること得上流側の天然土砂ダムの崩壊などの事故に対しても下流部にある河道内遊水池がクッションの役割を果たすことができる.
- (5) いっそのこと, 「流水型ダム」を「河道内遊水池」と改名しては?



従来型の貯水ダムとは大きく異なる有力な治水対策

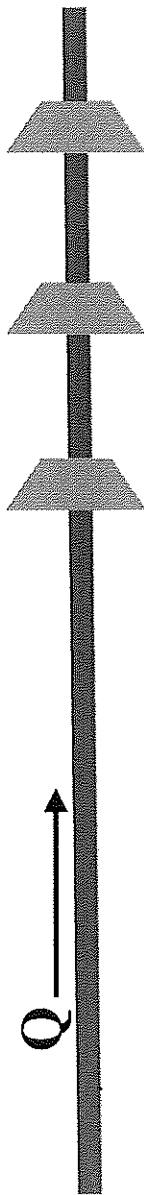
小規模流水型ダム群の計画・設計に関する研究



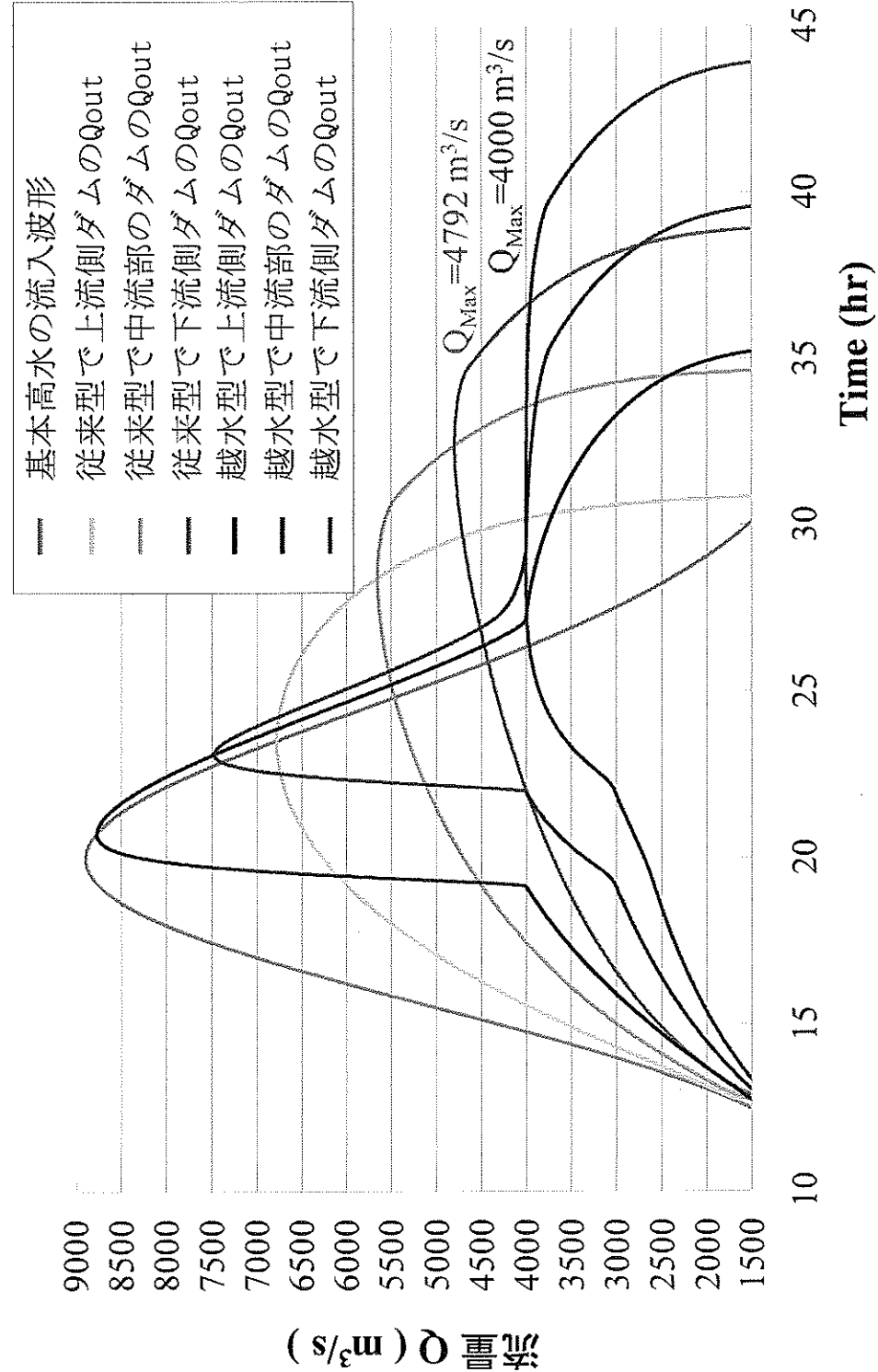
写真-1 Gabriachbach Eichengrund 全景

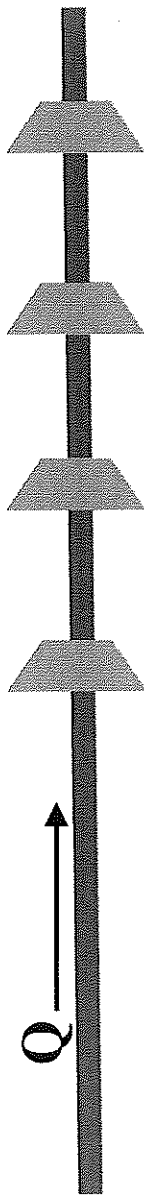


写真-14 Stullneggbach 全景

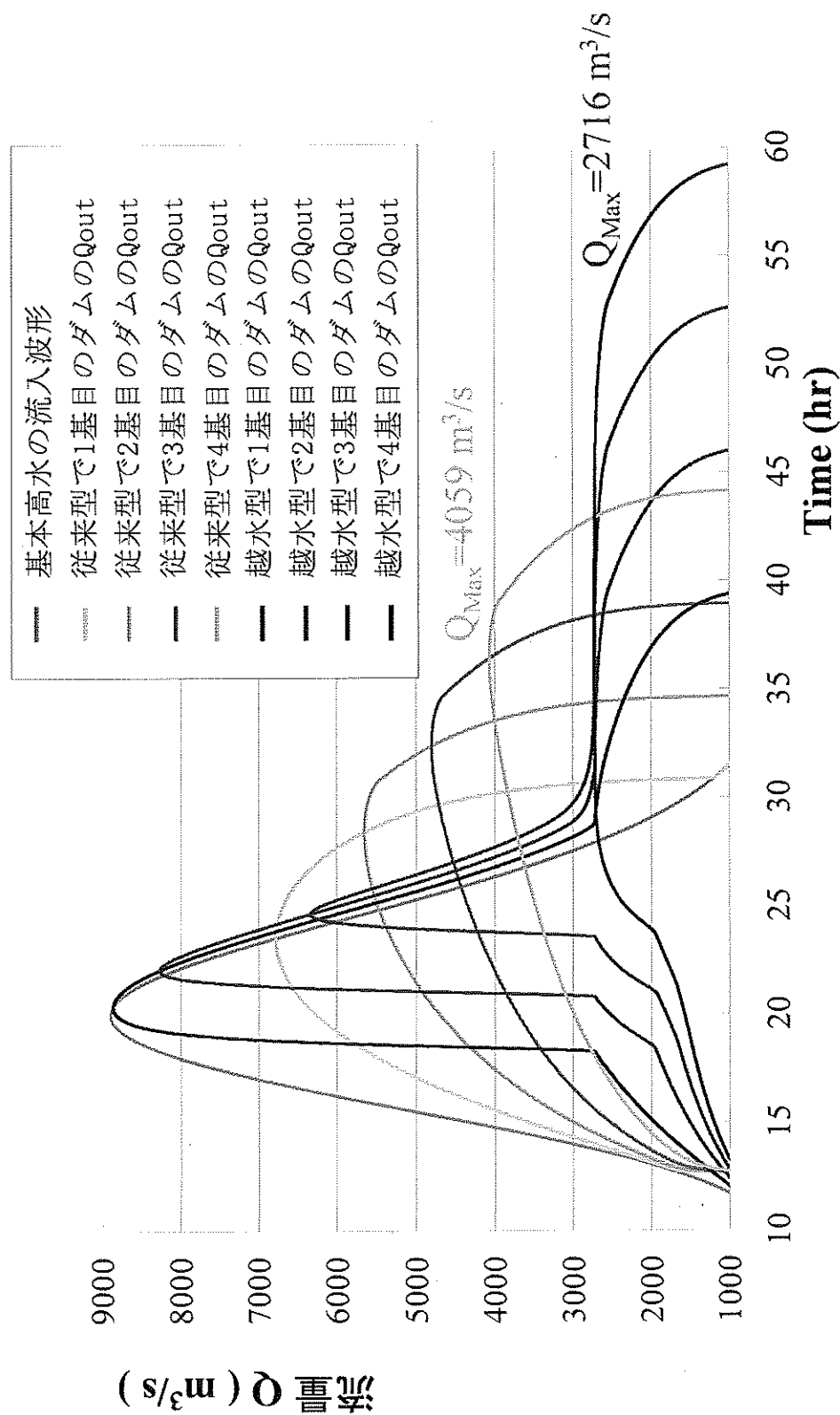


【洪水B】同じ大きさのダム3基が直列に配置された流域に、ピーク流量が8887(m^3/s)の洪水が流入、従来型および越流型で共に貯水量を日一杯使用した場合(堤高は全て100m)

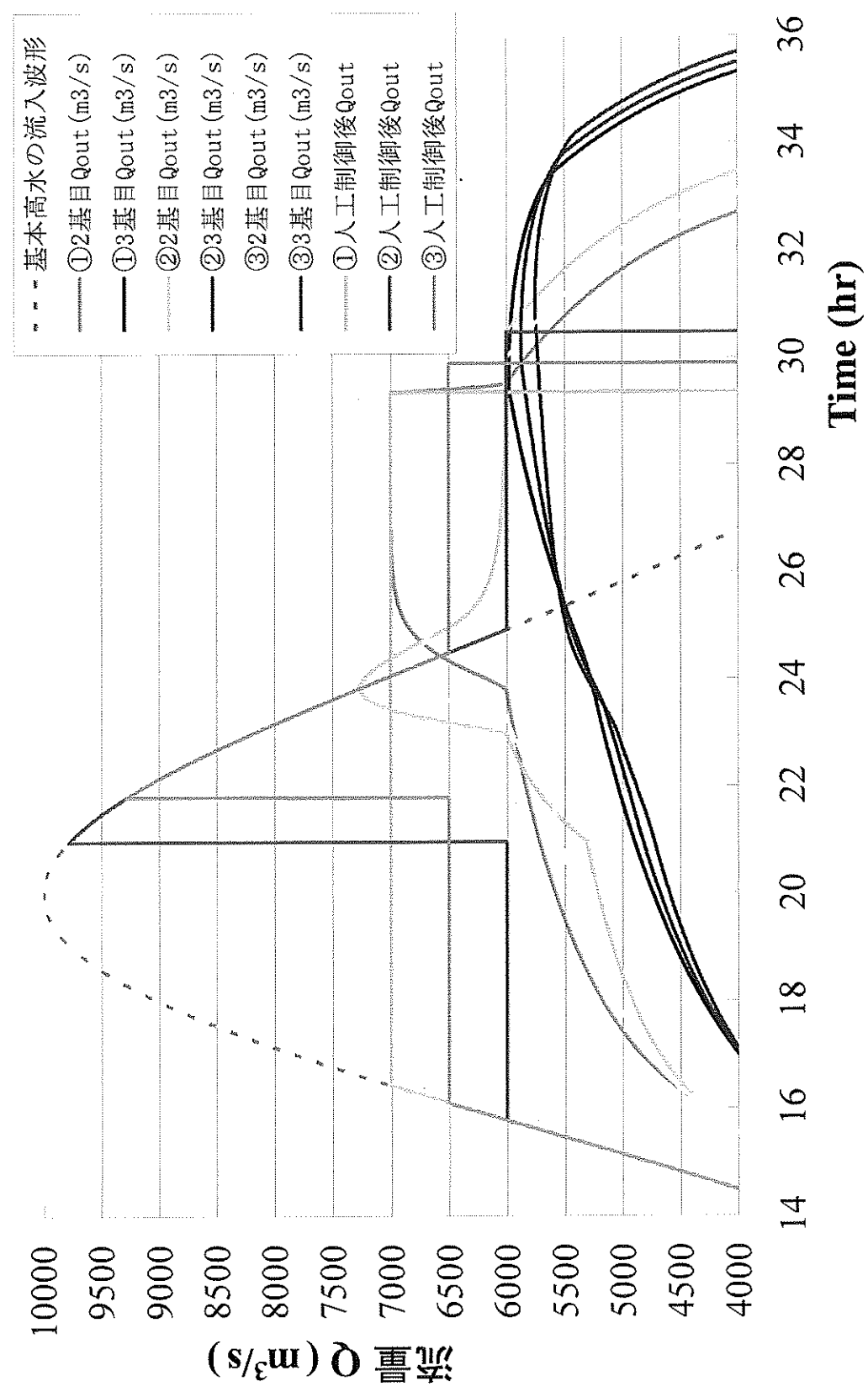




【洪水B】同じ大きさのダム4基が直列に配置された流域に、ピーク流量が8887(m^3/s)の洪水が流入、従来型および越流型で共に貯水量を同一杯使用した場合(堤高は全て100m)



【洪水C: 前頁の結果】ダム3基が直列に配置された流域に、ピーク流量が8000 (m³/s)の洪水が流入, 1基目のダムで人工制御後の洪水波形(堤高は全て100.5m), 3基目のQout (m³/s)は①5978(最大), ②5747(最小), ③5871



5. 環境と調和した治水方式について

- ・直列に連続した小規模流水型ダム（河道内遊水池）群を設置し、上流側ダムを溢れさせる（カスケード方式）ことで、顕著な洪水制御効果が得られる。
- ・これは、従来の容量確保主体の治水ダムの概念を転換するもので、この考え方は人為操作を伴う従来の貯水型ダムにも適用し得るものである。
- ・環境負荷の軽減ならびに深層崩壊対策などの新たな防災効果を併せると、今後、環境と防災を両立させる有力かつ実現可能な手法として期待できる。

おわりに

近年注目を集めている流水型ダムは河道内遊水池とみなすこともできるため、地球温暖化による災害外力の増大で、自然環境と共存した治水策の有力な選択肢としてその重要性は益々増加してくるものと思われる。

本研究では、計画・設計・管理の観点から開発を進めることで高機能な流水型ダムを実用化する。その結果、従来の治水ダムの概念を転換し、自然環境と調和した防災・減災だけでなく、地域の安全・安心な生活や経済活動にまで多大な波及効果を与えることになる。