

# ネパールにおける低コスト砂防工法 とその効果検証—20年間の変化

日本工営株式会社  
(前:弘前大学)  
檜垣大助

ヒマラヤでは、風化層や厚い堆積層の斜面でガリー侵食が進む。

地形発達上、起こりやすい場所

・隆起した侵食小起伏面での風化層の残存



・河岸段丘の厚い堆積物

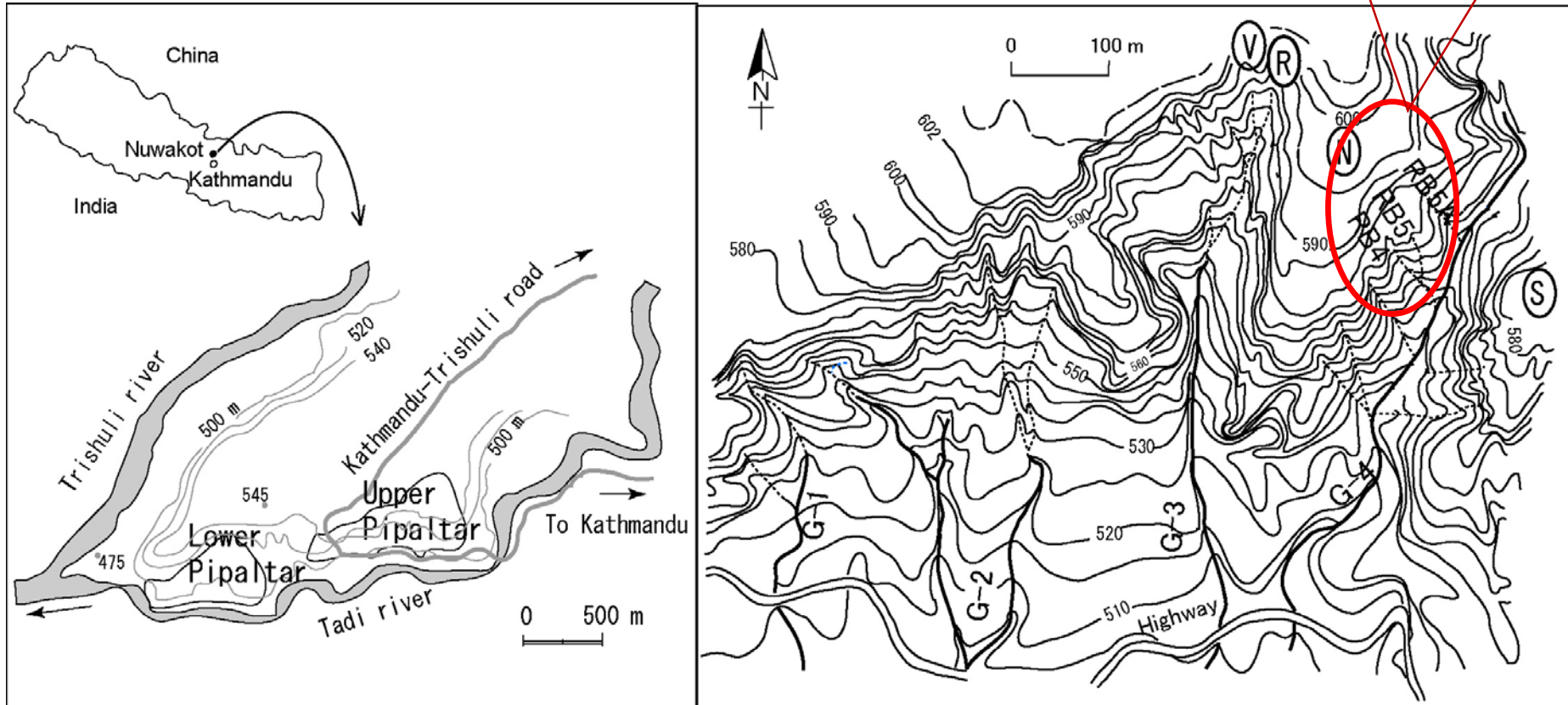
# 土地荒廃



## 細粒物質の下流への運搬



ガリー-RB4, 5, 5A



## モニタリング箇所：トリスリ郡ピパルタール

(Higaki et al., 2005)

- ・侵食観測・試験施工 (JICA治水砂防技術センタープロジェクト: 1993-1999年)
- ・その後の追跡モニタリングと対策工評価(弘前大: 2002-2018年)



ネパール中部トリスリの河岸段丘斜面のガリー侵食(97年)



ガリー侵食の状況 (94年7月・宮島撮影) P214



## 河岸段丘崖斜面でのガリー侵食進行

ガリー侵食状況(1997年:左)  
ガリー頭部での侵食量計測(右)

Gully name.	Vegetation*		Gradient degree	Length m	No. of monitoring pegs	Countermeasures
	Gully bed	Gully head				
G-1	grass and tree cover	partly shrub cover	34	55	9	plantation by DSCWM (1989-1991)
G-4 RB4	partly grass cover	partly grass cover	30	80	7	channel works and check dams (1994-1995)
G-4 RB5	rare	rare	30	80	5	check dams with bamboo plantation (1998)
G-4 RB5A	rare	rare	28	75	5	bamboo plantation (1997)



## 各ガリーの状況と対策(上)

- ・蛇籠谷止工施工(RB4, 1994-95)
- ・ガリー内にタケ植栽(RB5A, 1997)
- ・両者の組み合わせ(RB5, 1998)



Mar. 1998

タケ植栽(100株 RB5A:  
1998年3月, 8,000円)

- ・タケの性質
- ・タケの用途



Dec. 2000

住民参加による植栽

- ・自分たちのものとして大切にする。
- ・住民の直接利益の創出

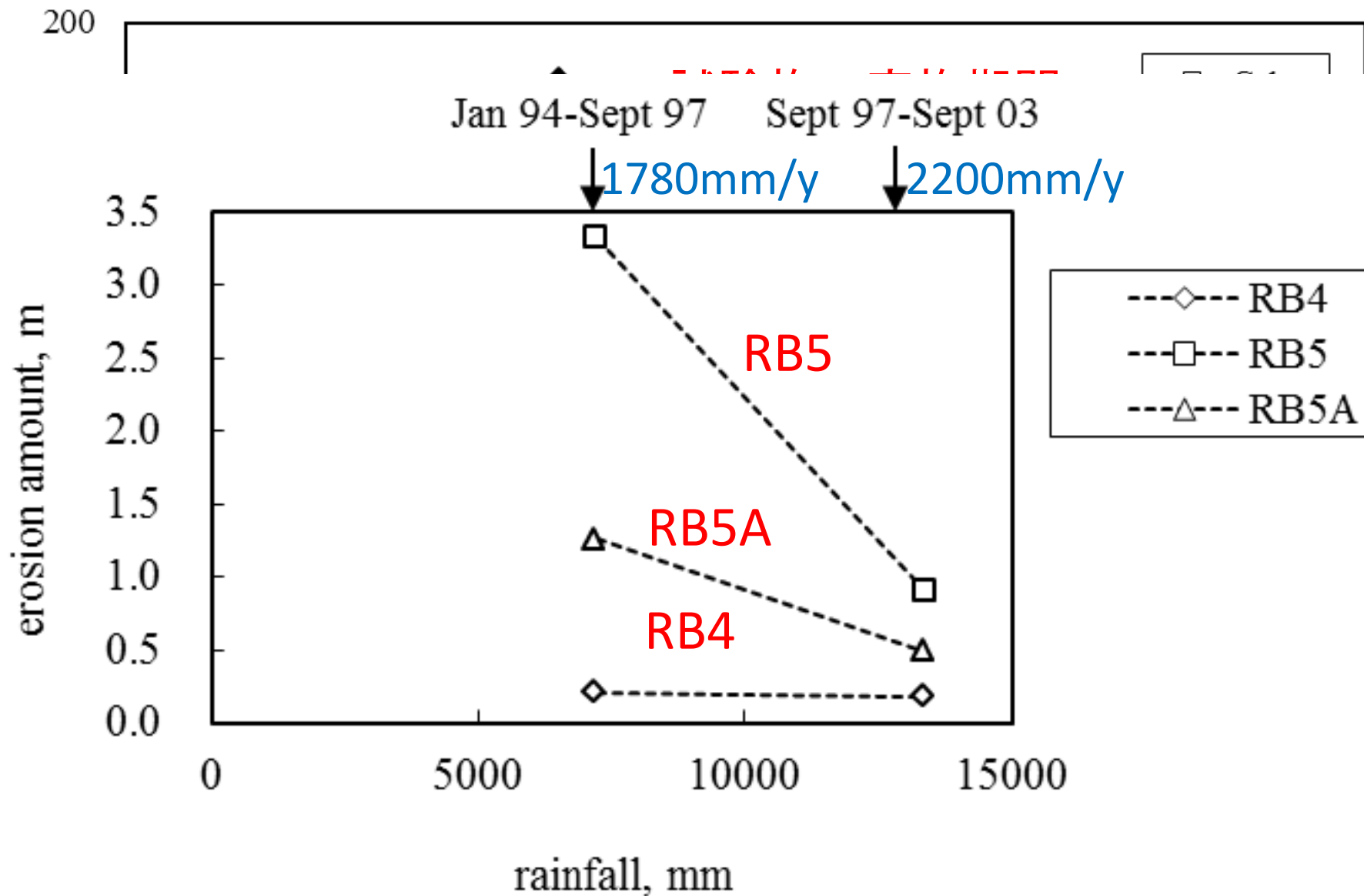
下: 2000年12月

The gully RB5A has been recovered by bamboo planted in June, 1997.



2011年11月の状況(ガリーRB5A)







1992, 1997, 2011年  
の変化

- ・ガリー侵食荒廃地に森林が回復。
- ・湧水でコメ作りも安定  
(Upper Pipaltar)



# 表面侵食対策にネパール製 PNC板を導入



リル侵食の進むラテライト斜面 (1995年)



プロジェクト終了後、植被回復は十分でなく、PNC板は消え、農家の庭先に！ (2009年)



PNC板設置(1997年)

住民参加は無く、住民は対策の意図を知らなかった。

# 住民参加による蛇籠堰堤の施工(1995年)と、堆砂地に有用草本ネピアグラスの播種(Lower Pipaltar:1997年)



1998年、女性住民グループは、種子を売って約8500 Rs (17,000円)の収入を得た

同グループによるラテライト  
の覆う段丘崖斜面への有用  
草本 (Stairo, Morasses) 播種

(Lower Pipartar 1997-1998年).



(Photo by Karki, K.K.)



July 1998

- Lower Pipaltarでの投入  
794,600 NRs(1.6百万円).
- 成果
  - 1)ガリー・表面侵食荒廃斜面  
での森林・土地・水資源の回復
  - 2)現金収入の機会創出

Oct. 2013



# 土壌侵食に対する低コスト砂防の視点

## —ガリー侵食の例—

- ・地形発達プロセス(現在の地形変化を含む)の進行のしかた(徐々に進む)に合った対策手法
- ・住民の直接利益を創出できる手法で住民参加を得る
  - 1) 自然資源(森林・土・水)の再生
  - 2) 現金収入を誘導できる方法 (初期投資要)
- ・住民がある程度維持・修理可能な材料と工法

マンゴー樹木の植栽(JICA, DWIDP  
からの寄贈:2002年)

SALT(Sloping Agricultural Land Technology :  
ICIMOD, 1998 )による段畑地形成と、換金  
作物マンゴーとヒエの栽培(別事業)

# 住民との協働作業で低コストな防災対策を進める

## (事例2)

## 地すべりによる河岸侵食が進む村で、侵食対策に チャレンジ



Sept 97

ネパールムスタン郡ツクチェ村(標高2600m)におけるカリ  
ガンダキ川右岸の**河岸侵食対策**—

「1996年日本大使館草の根無償資金協力事業」への技  
術協力(↓:地すべり)

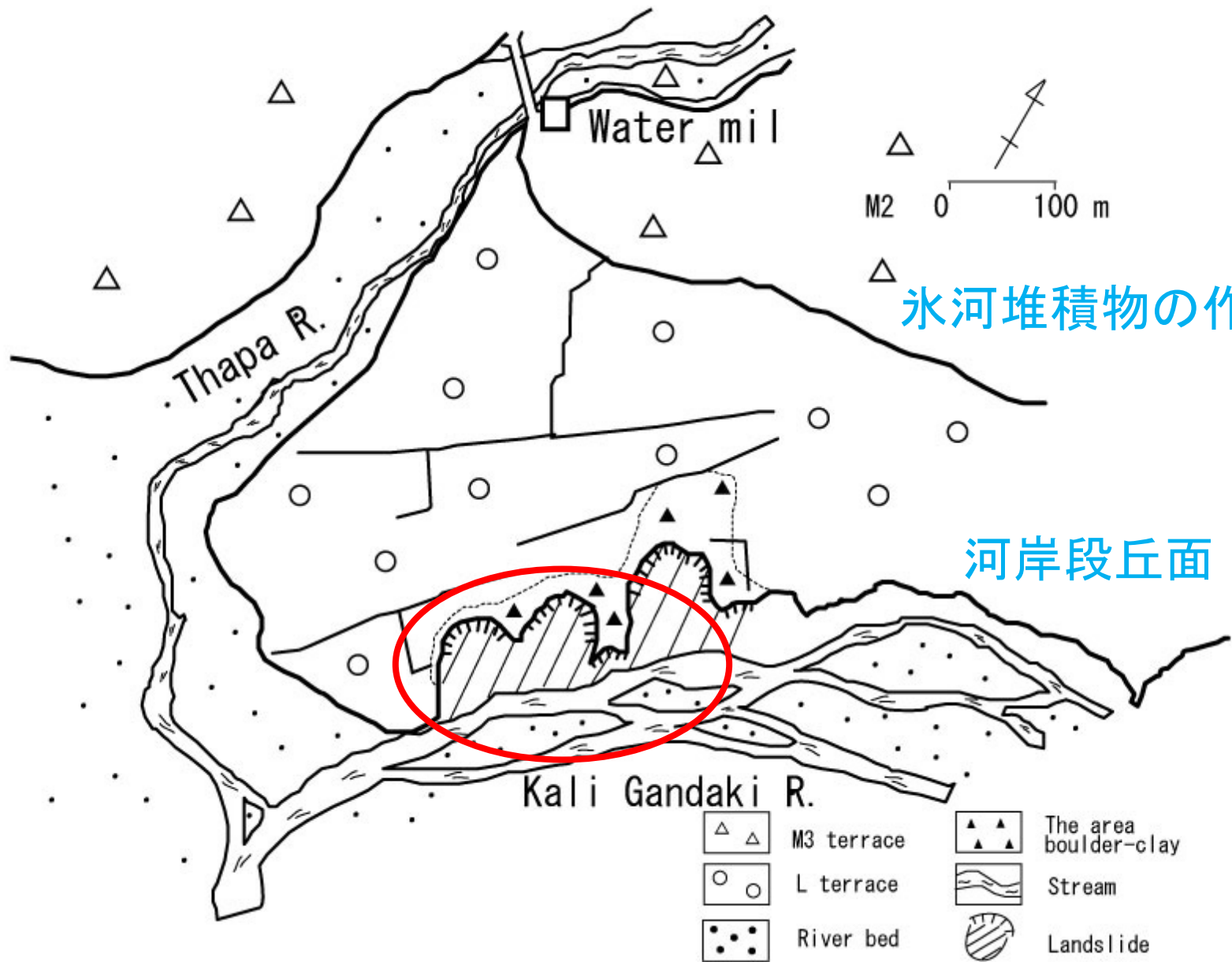




## 施工当時のツクチェ村

- ・軽飛行機の着く空港から徒歩・馬で10km
- ・現地の園芸の専門家(JICA)から工法のヒントを得た。
- ・護岸設計図として、空港から馬で帰る住民に野帳の一部を託した。





ツクチェ村周辺の地形分類図-河岸段丘と氷河堆積物が作った土地に集落がある(地形分類はIwata, 1984にもとづく)

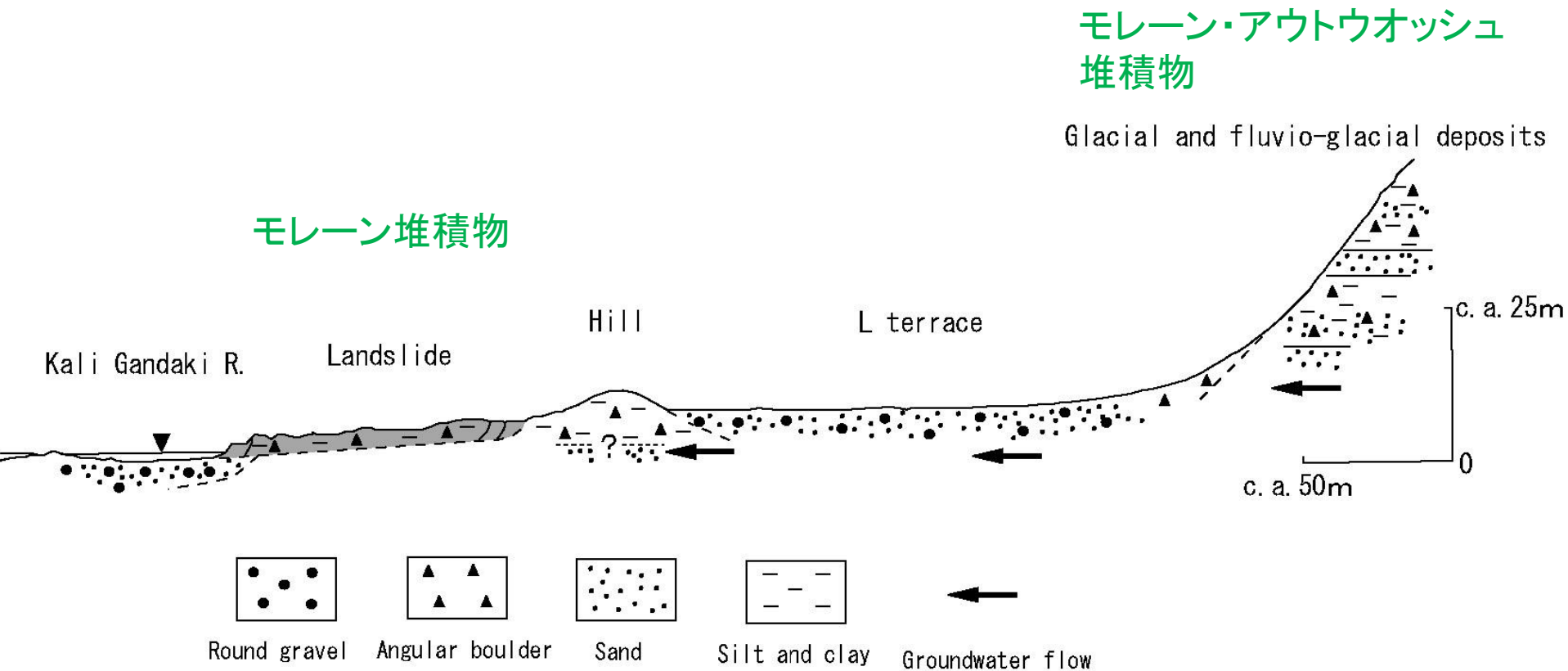
M3 terrace



1997.3

2018.3

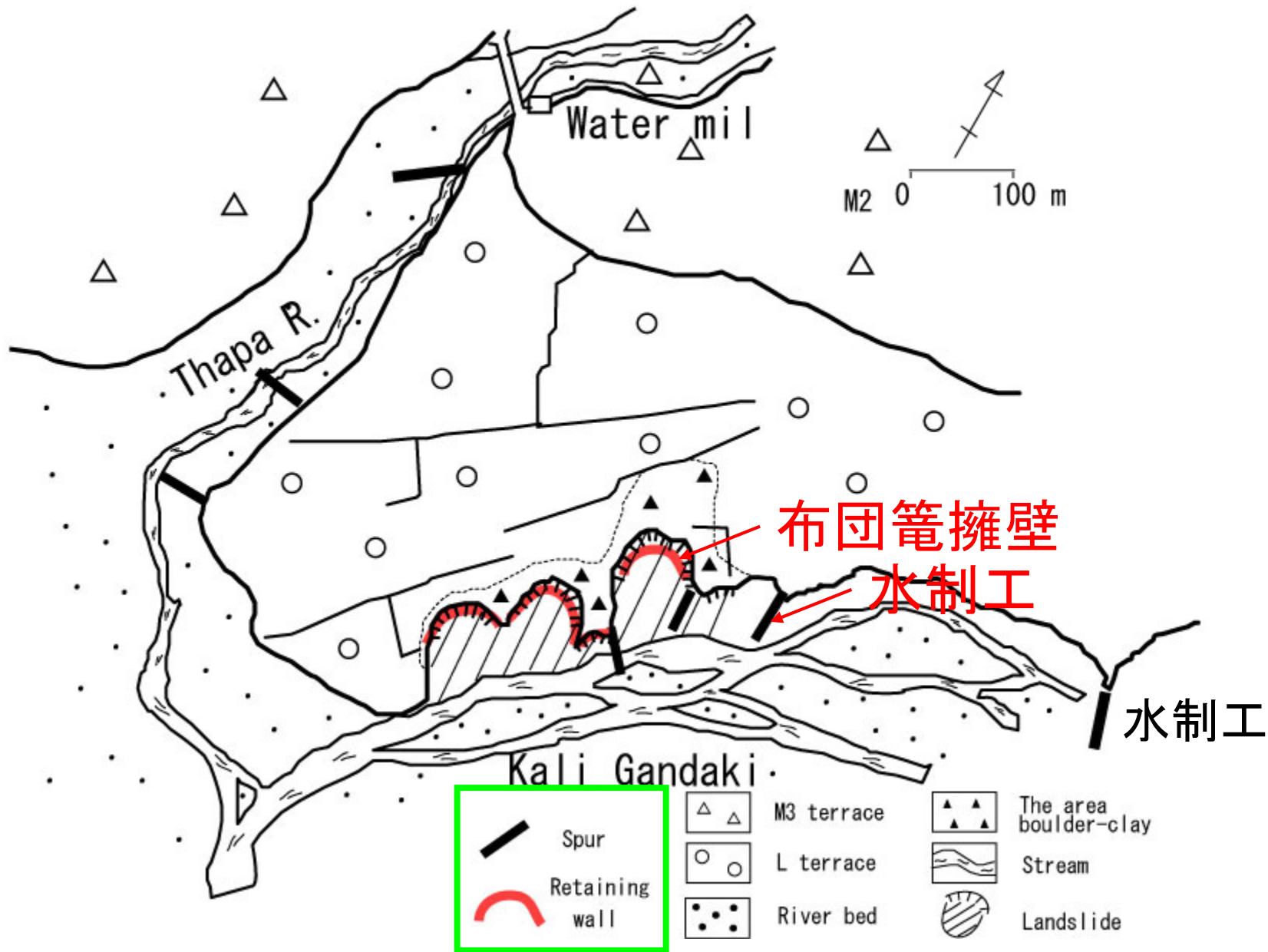
**氷河堆積物(角礫粘土層)に発生している地すべり  
(対策直前と20年後の状況)**



# 地すべり地付近の地形・地質模式断面図と推定される地下水の流れ

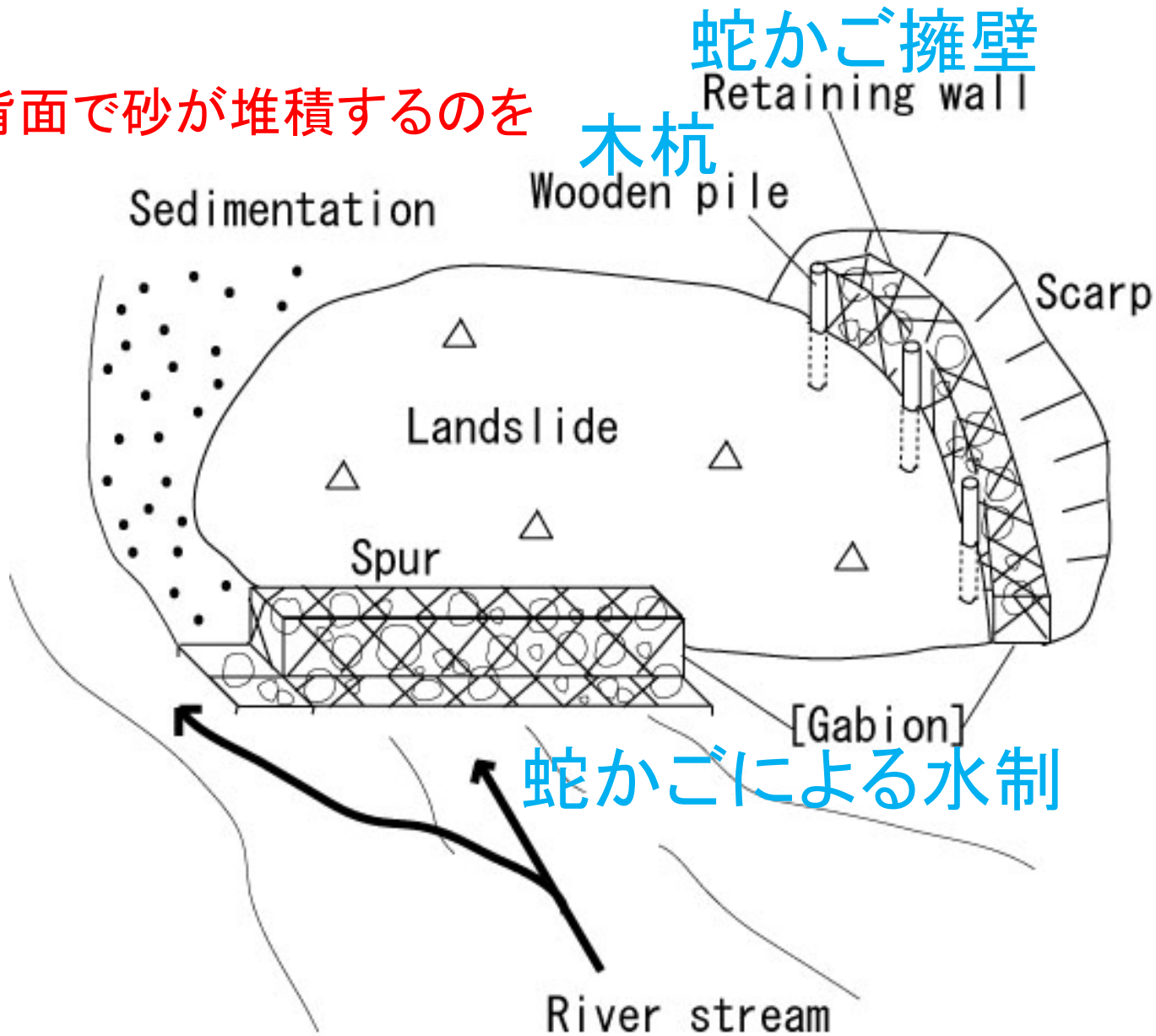


ネパール・イムジャ氷河湖下流側のアウトワッシュ堆積物  
(梅村撮影)



# 河岸侵食と地すべりへの対策工配置計画

蛇かご背面で砂が堆積するのを  
期待



地すべり対策模式図



1997.3



2018.3

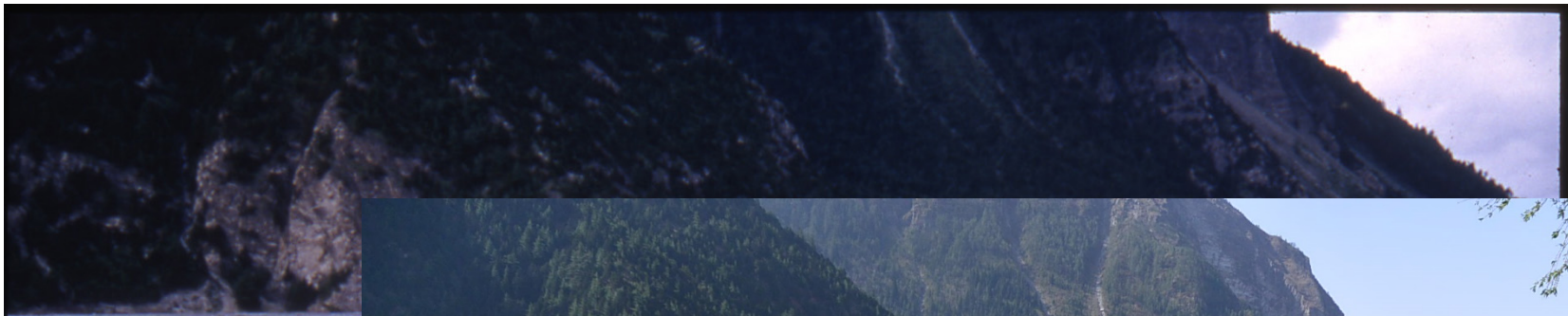
**カリガンダキ川沿いの地すべり(対策前と20年後の比較)**





Sedimentation behind a spur

後退性地すべりの拡大を防ぐ木杭+ふとん籠擁壁と水制  
背面での土砂堆積で押え盛土効果を発揮 (Sept. 05)



1997.9



2018.3

**地すべり地の河川上流側への水制設置(1997.9)と20年後**

地形変化のプロセスをうまく利用すれば、最小限のコストで対策ができる(完全ではないが)



ヤナギが植えられ放牧地として利用されている地すべり地

(Sept. 05)



A 2018.3

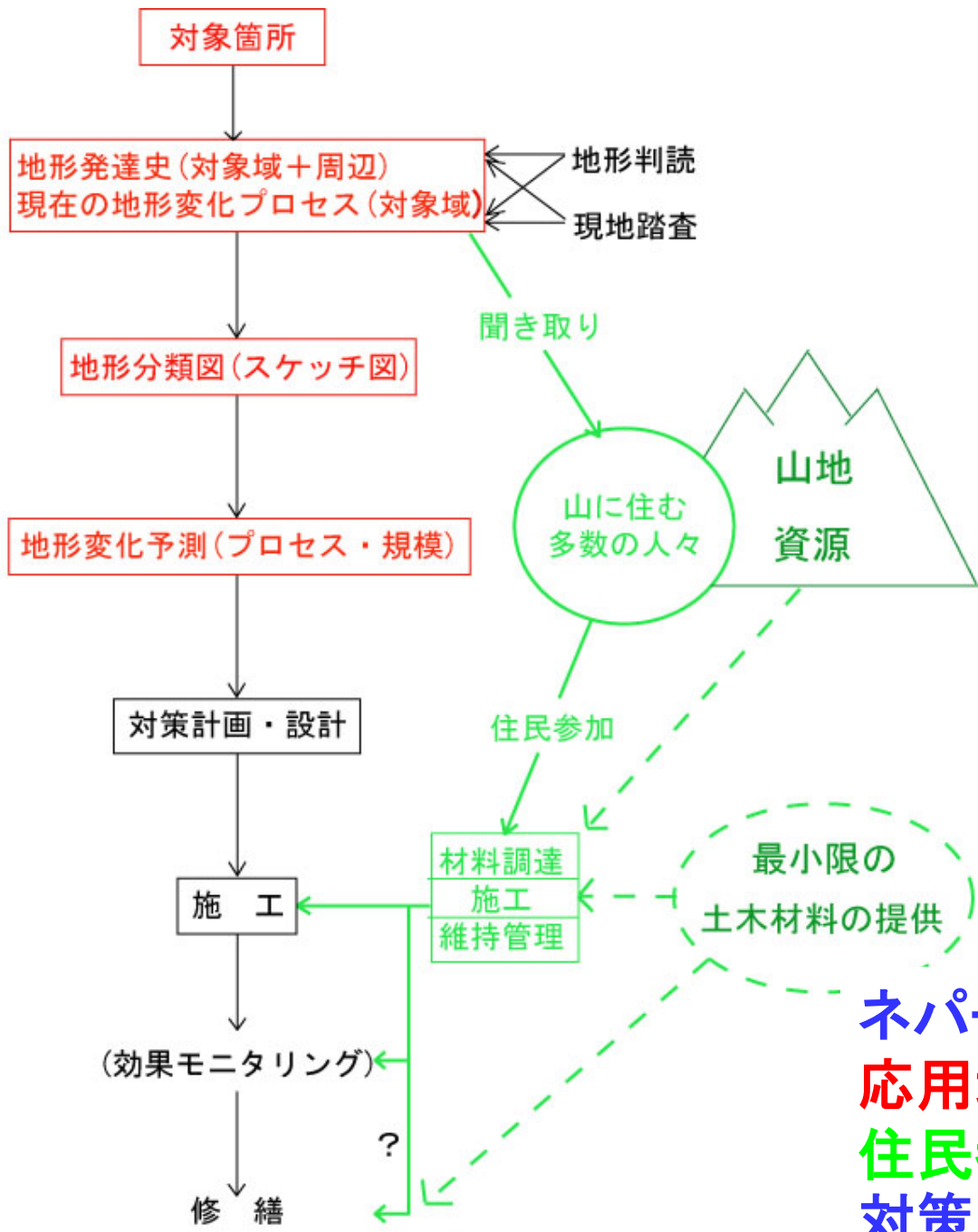


B 2018.3



1998.3

**ツクチェ村の20年での変貌(車道の開通で、リンゴ果実出荷、シードルが作られるようになった)**



ネパールヒマラヤにおける  
 応用地形学的アプローチと  
 住民参加による土砂災害  
 対策



## 発展途上国での低コスト砂防での対策工計画の視点

- ・対象箇所出土砂移動を進める営力とその働く速さを把握  
→ 近い将来の地形変化を予測

- ・低コスト対策は、緩慢に断続的に起こる現象に適する。

- ・使用材料の挙動, 耐久性, 維持管理し易さを知っておく。

- ・地域(住民)との協働で対策を進める。住民参加のプロセスを経る。

地元への直接利益を誘導できる対策

土地資源の保全を通して環境・貧困問題の改善にも役立つ持続可能な対策を・・・。