

# 米国西海岸における 土砂マネジメントの調査報告

平成31年2月7日

代表 内田 太郎(国総研)

# 概要

## 【日程】

2019年1月13日～20日

## 【メンバー】

国土交通省

国土技術政策総合研究所

土木研究所

砂防・地すべり技術センター

砂防フロンティア整備推進機構

砂防学会

## 【訪問先】

米国カリフォルニア州 ロサンゼルス郡

サンタバーバラ郡

アメリカ地質調査所

## 【目的】

米国カリフォルニア州の土砂管理手法の運用実態等に関する調査

# 調査地の概要



全体図

## カリフォルニア州南部の概要

- 北アメリカプレート・太平洋プレートが衝突して形成された造山帯であり、付加体で構成される地域
- 北西-南東に走るサンアンドレアス断層に併用する形でトランスバース山脈が形成される
- ケッペンの気候区分では地中海性気候に該当
- 夏季(乾季)4-10月、冬季(雨季):11-3月
- 年平均降水量 海岸部:350mm,山間部:700mm程度
- 7・8月は降水量が0mmの年もある

小山内(1999)ほか、ワシントンコア事前調査資料より



カリフォルニア州南部拡大図

## ロサンゼルス郡

- 面積:10,577km<sup>2</sup>、人口:1016万人
- サンガブリエル山脈とベルデユゴ山脈などの侵食されやすい山脈を有し、他地域と比べて豪雨時の雨水により大量の土砂が流出する危険性が高い地域。
- 2007-2009年の間の一連の山火事の影響により、郡全体の11%の地域が燃失。特に被害の大きかった2009年「Station Fire」後のstormにより大量の土砂が流出。

ワシントンコア事前調査資料より

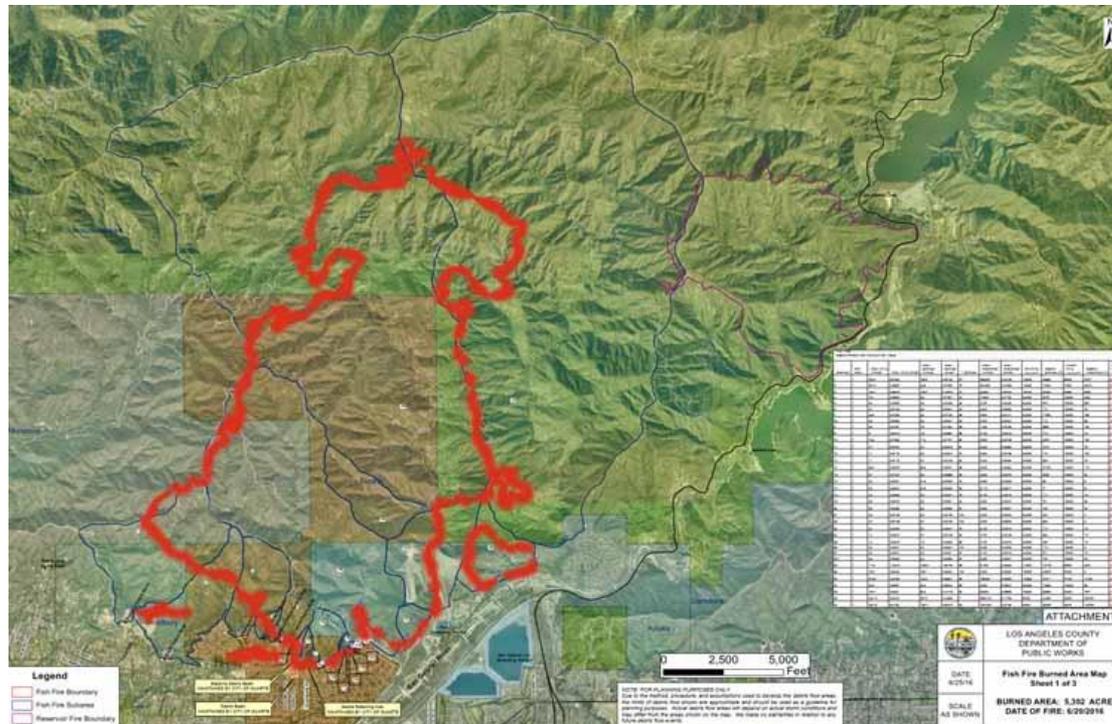
## サンタバーバラ郡

- 面積:9,810km<sup>2</sup> 人口:45万人
- 東西に走るサンタイネス山脈からの土砂運搬作用により扇状地が形成される地域。

ワシントンコア事前調査資料より

# 近年の災害 Fish Fire (2016)

- 2016年6月の火災に起こった災害で、同時にReservoir Fireも発生。
  - Azusa,Duarte,Bradburyの3地域と国有林併せて20km<sup>2</sup>が燃失
- 2017年1月、Fish Fire後のstormで土石流が発生
  - 10分間に25.4mm/hの雨量を観測
  - Las Lomas Debris Basin, Maddock Debris Basinで土砂を捕捉。



Fish Fireの被害エリア 出典:ロサンゼルス郡提供資料を加工

# 近年の災害 Thomas Fire (2017)

- カリフォルニア州過去最大の焼失面積となった。
  - 焼失面積はサンタバーバラ郡、ベンチュラ郡併せて1140km<sup>2</sup>
  - 27棟が全壊、53棟が半壊。2週間にわたり、30000人が避難した。
- Thomas Fire後のstormにより、2018/1/9に土石流が発生。
  - 死亡者数23人、負傷者28人
  - High Way101は12日間に渡り閉鎖。
  - High Way192では全面通行止めとなり、4橋が破壊され、2橋が損傷
  - 5分間に13.7mmの雨量を記録(200年確率の降雨に相当)
  - 1時間当たり165.1mmの雨量に該当する



土石流流下跡

出典: サンタバーバラ郡提供資料



土石流による被害

出典: サンタバーバラ郡提供資料

# 1. ハード対策の概要

# ハード対策の概要 対象現象

- カリフォルニア州における主な土砂災害は山林火災から数年以内の雨季(11月から3月頃)の降雨による。山火事後、概ね5年間は土砂流出が活発。
- 山林火災から5-10年以降経過した流域からの土砂災害は、まれ。
- 流木も流出するが、日本のような大量な流木が流出することは、まれ

## ◆ 山火事後の様子(ロサンゼルス郡)



## ◆ 火災後に流出した流木の状況(サンタバーバラ郡)



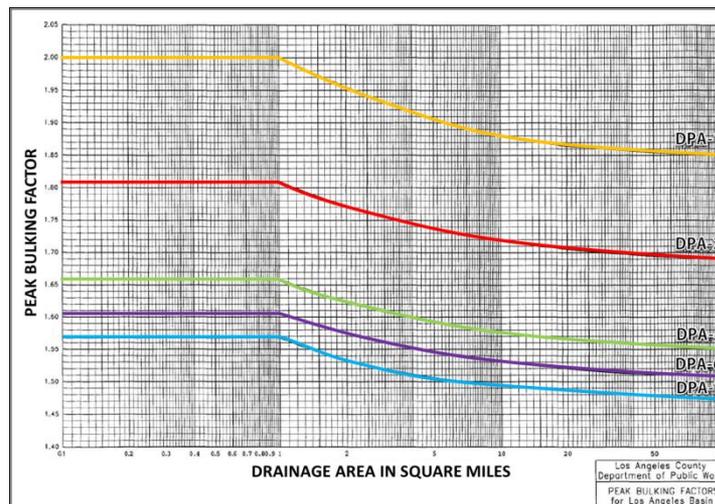
## ◆ 土石流による被災状況(サンタバーバラ郡)



# ハード対策の概要 計画規模(LA郡)

- **計画規模: Design Debris Event (DDE)**
  - Design Debris Event(DDE)は山林火災から4年後以降の、ある程度植生の回復した流域において、**50年確率の24時間降雨**で生じる規模の現象
  - DDEの流出土砂量はDebris Production Rate Curvesより求める
- **計画流出土砂量: Debris Production Rate Curves**
  - ロサンゼルス郡では**既往の災害や流出土砂量データに基づき、地質・植生・地形ごと (Debris Potential Area (DPA) zone)に、流域面積と比生産土砂量の関係性**を示したDebris Production Rate Curvesが設定される。
- **山林火災後の影響**
  - 山林火災後はBulkingという考え方が用いられる。※Bulking: 流量が増加することを意味する
  - **水路の設計には、流量にBulking Factorをかけた値**が用いられるが、流出土砂量の算出について山林火災後の影響は不明(確認中)

## ◆Peak Bulking Factor Curves (Los Angeles流域)

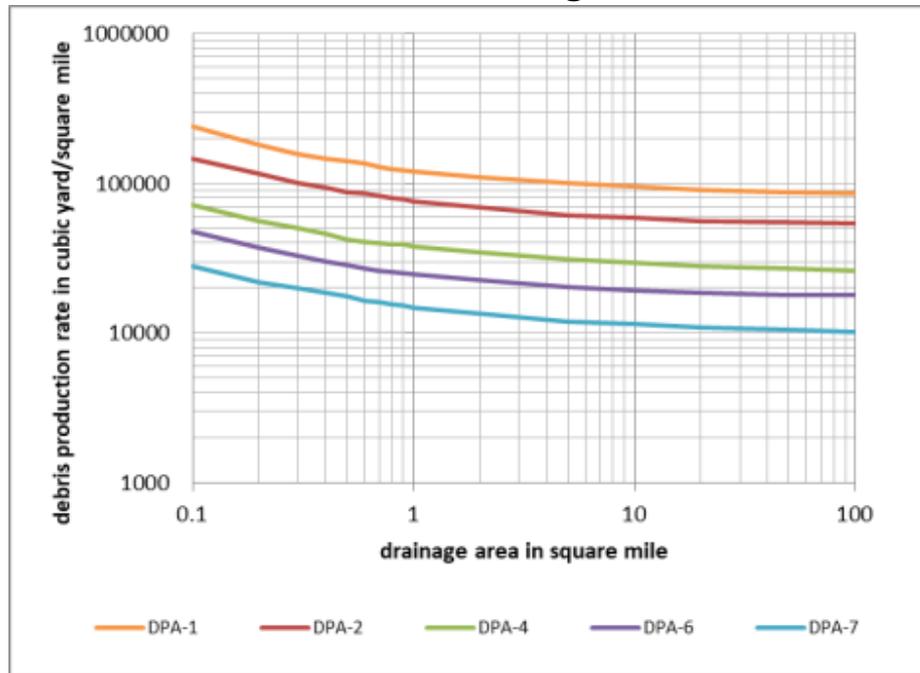


出典: SEDIMENTATION MANUAL 2  
2nd Edition, Los Angeles County  
Department of Public Works  
March 2006

# ハード対策の概要 DPR曲線・DPA

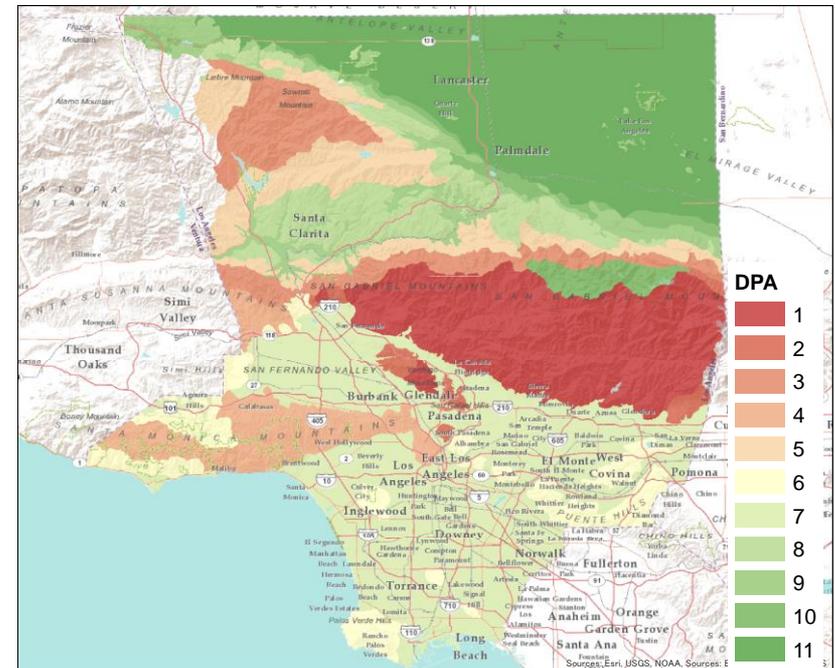
- DPR曲線は、1938年の豪雨ののち土砂流出量を想定するために導入、その後何度か改定された。
- DPAは1～11に分類され、ロサンゼルス郡全域において、**DPAを示した地図**が作成されている。

◆ DPR曲線 (Los Angeles流域)



出典: SEDIMENTATION MANUAL 2 2ndEdition,  
Los Angeles County Depart Department of Public Works March 2006

◆ DPAを示したマップ



出典: SEDIMENTATION MANUAL 2 2ndEdition,  
Los Angeles County Depart Department of Public Works March 2006  
Los Angeles County GIS Data Portalのデータを使用し作成 9

# ハード対策の概要 優先順位(SB郡)

- サンタバーバラ郡ではThomas Fire後、**The U.S. Forest Service Burned Area Emergency Responses (BAER) Team**において、**The Erosion Risk Management Tool (ERMiT)**を用いた今後2年間および10年間の侵食率が公表され、対策の優先順位の検討に用いられている模様。

The U.S. Forest Service Burned Area Emergency Responses (BAER) Teamとは?

→Thomas Fireの災害中に結成された、森林地帯の流域の被害評価を行うチーム。

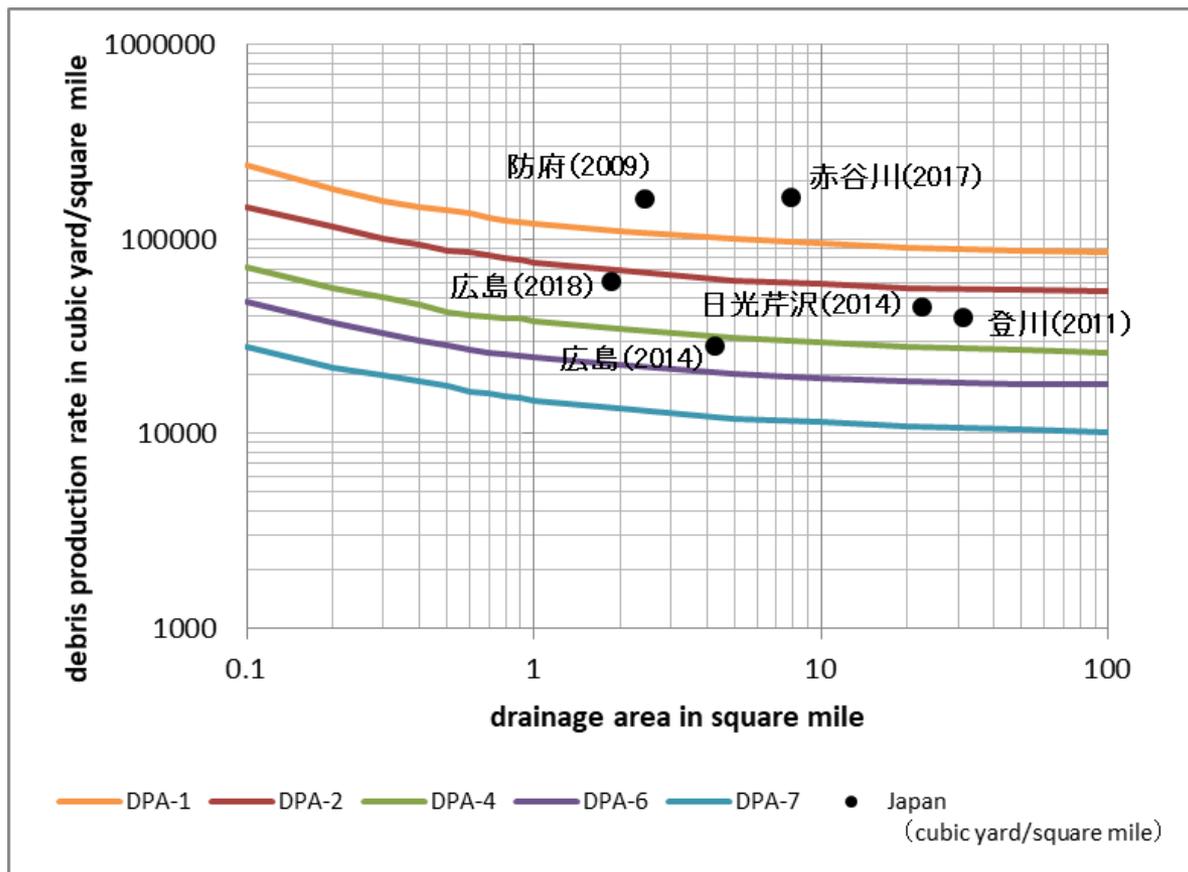
- 考古学、道路技術、水産、地質、水理学、土壌の観点からの報告書が作成されている。
- 作成された報告書は、郡およびほかの地方自治体が今後のstormへの対策を検討する際の優先度の決定に役立てられる他、森林局や研究機関にも使用される。

SANTA BARBARA COUNTY BAER & WERT Post Fire Reports FAQより

# ハード対策の概要 対象規模

- ロサンゼルス郡で使用されているDebris Production Rate Curbs(DPR曲線)と、日本の主な土砂災害における生産土砂量との比較
- ロサンゼルス郡の対象土砂量と日本の近年の生産土砂量は近いオーダー → **日米で同規模の現象を対象**

◆ ロサンゼルス郡のDPRと近年の日本の土砂量の関係



# ハード対策の概要 主な対策施設

- 谷出口で土砂を捕捉する施設が基本。
- 規模の大きいものはDebris Basin、小さいものはInletとされている。
- いずれも、除石管理を前提にしており、撤去した土砂の置き場(Sediment Placement Sites)が設置されている場合もある。

## ◆ Debris Basin

谷出口付近に設けられている土砂捕捉のための施設



Maddock Debris Basin (ロサンゼルス郡)

## ◆ Inlet

谷出口付近に設けられている規模の小さい土砂捕捉のための施設



Brookridge Rd Inlet (ロサンゼルス郡)

## ◆ Sediment Placement Sites (SPS)

Debris Basinで除石された土砂の土捨て場で、土砂の運搬距離ができるだけ短くなるよう、計画的に配置される。



Maddock Sediment Placement Sites (ロサンゼルス郡)

# ハード対策の概要 緊急対策施設の例

## ◆ ガードレール(可動式Kレール)による緊急対策

- 土砂の流下による住宅への被害を防ぐための一時的な対策施設。(もともとは、道路構造物で車道と歩道の分離や、中分離帯等に設けられている。)
- 設置期間は土石流発生の危険が高い約5年間を目安。
- 普段は出入りが行えるよう住宅前の部分はゲートが空いているが、緊急時には鉄板を差し込んでゲートを閉じられるような溝を取り付けてある。(写真中の赤丸部分)



水・土砂は道路を流下

Melcanyon Rd (ロス郡)

## ◆ 木柵による緊急対策

- 山林火災後、土石流の発生が予測される流域の谷出口等に施工される緊急的な施設。
- 恒久的な施設とはされておらず、流域が回復するまで使用される。
- ただし、住民等の要望により結果的には長期間残置される



下流側からの様子



上流側からの様子

流下方向

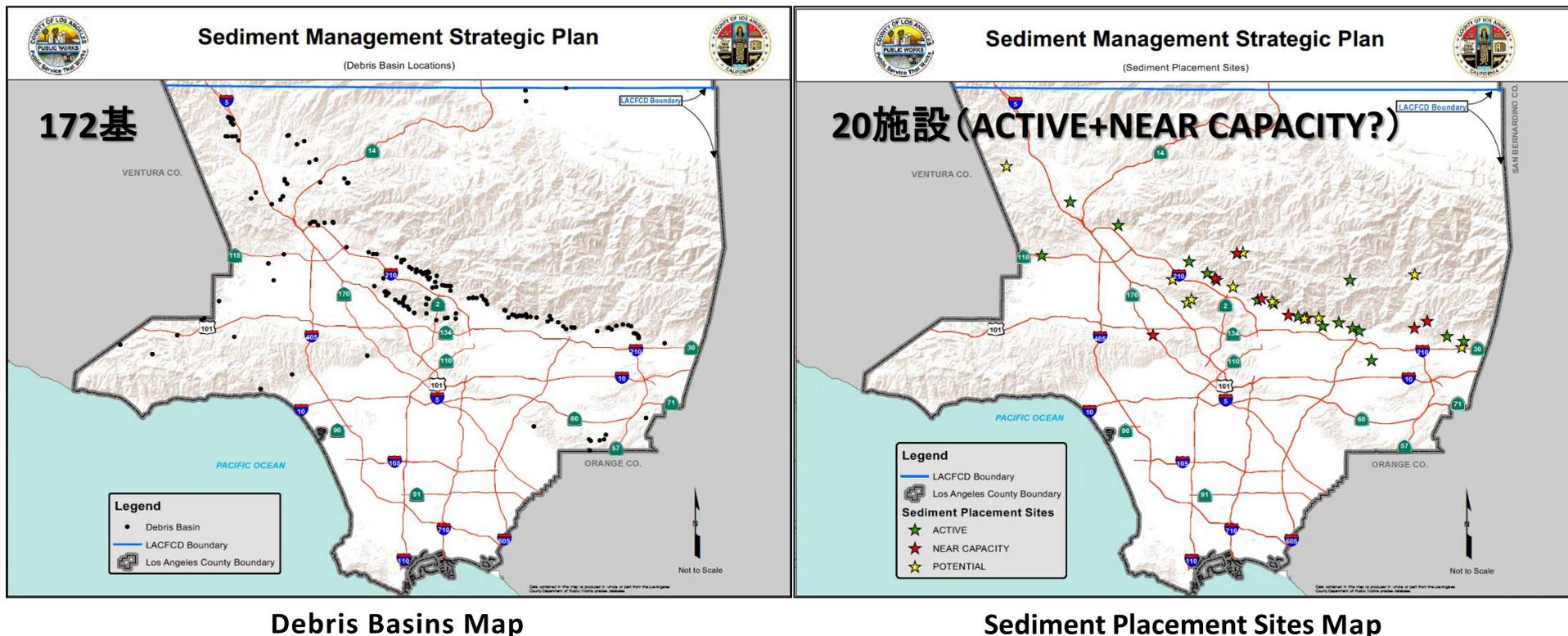
TRIUNFO CREEK PARK

13

Rail and Timber Structure (ロサンゼルス郡)

# ハード対策の概要 ロサンゼルス郡

- 主に1930～60年代にかけて **Debris Basin等が谷出口付近に設置**。計画流出土砂量が小さい流域では、Inletと呼ばれる規模の小さい施設。
- Debris Basinは **除石管理が前提**。
- 1950年代以降、除石した**土砂の置き場所 (Sediment Placement Sites( SPS))が確保**されている。ただし、長期的な確保は課題な模様。



# ハード対策の概要 サンタバーバラ郡

- 主に1960-70年代、災害を受けた流域を中心に**Debris Basinが山地出口付近に設置**。近年は、新規施設は積極的に建設されていない印象。
- Debris Basinは**除石管理が前提**とされているものの、設置スペースが制約されていることなどから、SPSの整備が進んでいない。
  - Debris Basinの堤体下流側に除去した土砂を保管(積み重ねる)するなど
  - Montecito Disasterを受けて、ベンチュラ郡Santa Paula、サンタバーバラ郡BuelltonにSPSを整備
- **危機管理・ソフト対策の充実に力点**がおかれている印象。

- Debris Basins: 17基
- SPS: 施設数は不明?

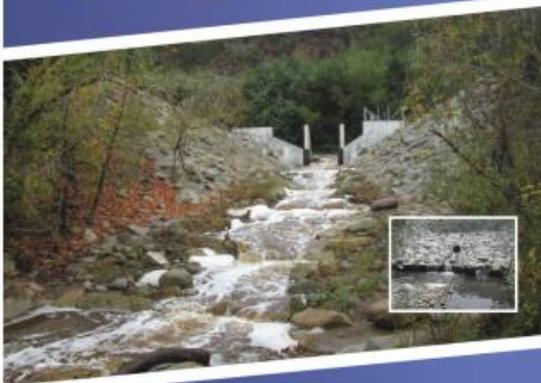


# ハード対策の概要 環境問題

- アメリカ西海岸では環境問題は土砂・洪水氾濫対策を考える上で、重要なファクターになっている模様。
- 魚類(サーモン、スティールヘッドトラウトなど)の生息域が縮減が課題。
- サンタバーバラ郡では**Debris Basinの撤去、生息域の連続性確保(透過型化など)が計画**され、一部進められてきている。近年の災害を踏まえた議論も。
- 除石頻度も環境への負荷を考慮し決定。

**※ただし、サンタバーバラ郡においては、Thomas Fireの災害を機に、新規の施設が検討されている模様。**

## サンタバーバラ郡における Debris Basinの撤去、透過型化に関する計画(2017年)



- 17箇所のDebris Basinを3グループに分類。
- ① グループ1(5基)  
10年以内に撤去
  - ② グループ1(5基)  
10年以内に撤去・改修を検討
  - ③ グループ3(7基)  
継続に活用



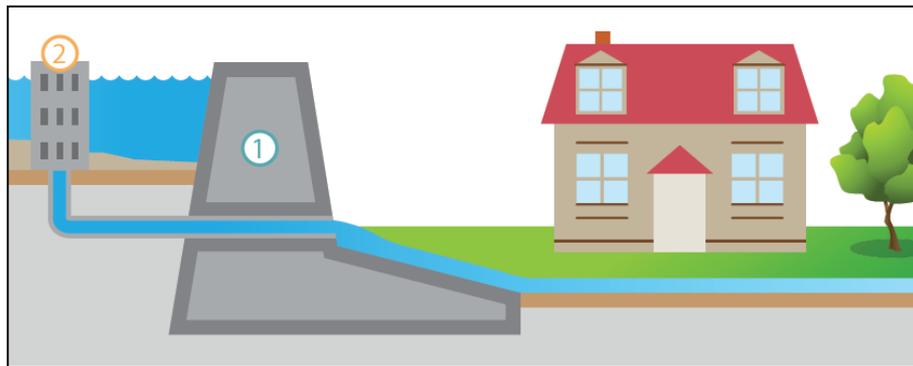
透過型化されたDebris Basin  
(Governador Creek, サンタバーバラ郡)

## 2. Debris Basin

# Debris Basin 基本的な構造

- Debris Basinの**堤体はアースダム(土盛り)が基本**で、表面をコンクリートや施工箇所  
所に堆積している巨礫等で保護。堤体上流法面に浮遊物を捕捉する木柵等がある場合もある。
- 堆砂地には排水塔(Outlet Tower)や土砂の搬出路が設置され、**堆積土砂の排水を促し除石工事を早期に着手できるように工夫**。排水塔での排水が不十分な場合における越流を防ぐ排水路が設置。
- ロサンゼルス郡内のDebris Basinの容量は1,500~65,000m<sup>3</sup>

## ◆ Debris Basin イメージ図



①Debris Basins ②Outlet Works (排水塔等)

## ◆ Maddock Debris Basin (ロサンゼルス郡)

容量: 45,000 cu yd(34,405m<sup>3</sup>), 50年規模堆積量: 41,400 cu yd(31,653m<sup>3</sup>)



出典:ロサンゼルス郡提供資料

# Debris Basin 事例

- 通常のDebris Basinのほか、魚の遡上等の環境を考慮し透過型化した施設、流路を拡幅した施設、川や湖への土砂の流入を防ぐ恒常的な土砂管理用施設が認められた。

## ◆ 透過型化されたDebris Basin



Gobernador Creek Debris Basin  
(サンタバーバラ郡)

上: 下流側から、下: 左岸側から

## ◆ 魚道が整備・流路が拡幅されたDebris Basin



- Thomas Fire以前の洪水で越流したため流路を拡幅
- 住宅地に設けられていることから、景観に配慮し造られた。  
→他施設とは異なり、道路上からは目につきにくいよう設計となっている。

Montecito Creek Debris Basin  
(サンタバーバラ郡)

## ◆ Coyote Fire後、U.S.Armyにより緊急的に整備されたDebris Basin



Cold Springs Debris Basin (サンタバーバラ郡)

# Debris Basin 設計

- ロサンゼルス郡は「DESIGN MANUAL DEBRIS DAMS AND BASINS (1984年以前発行)」に則っている。**施設の規模は、計画の土砂量等から決定**
- サンタバーバラ郡は設計基準を持たない。施設の規模は、予算の制約、施設計画地点の地形条件、土地の取得の観点から**総合的に設置可能な施設を設計**
  - 平常時: 基本的には郡政府が設置。規模が大きい場合は、連邦政府が設置する場合もある。
  - 緊急時: U.S.Armyが緊急的に設置した施設(管理運用は郡に移管)
- 両郡とも堤体に対する巨石の衝突は外力として、見込んでいない。

Los Angeles County Flood Control District

## DESIGN MANUAL

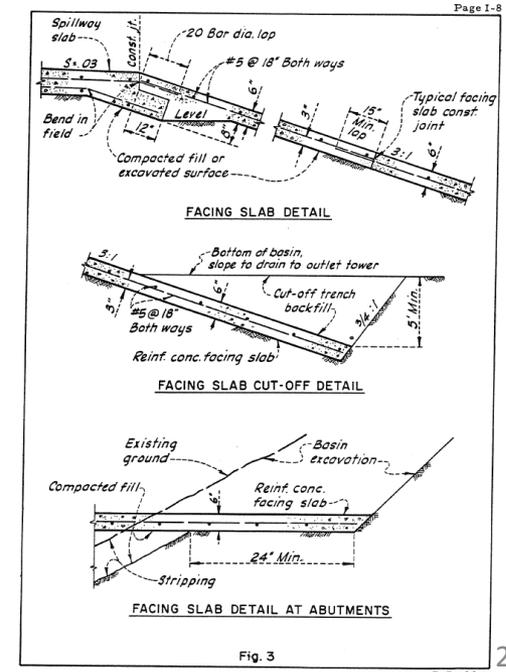
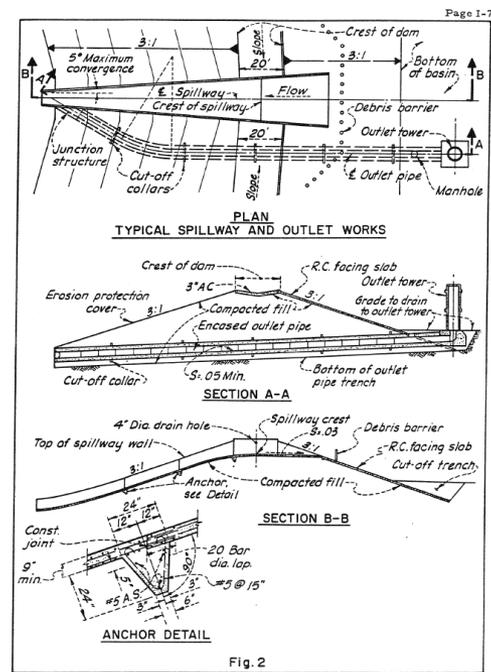
### DEBRIS DAMS AND BASINS



Howard H. Haile, Chief Engineer

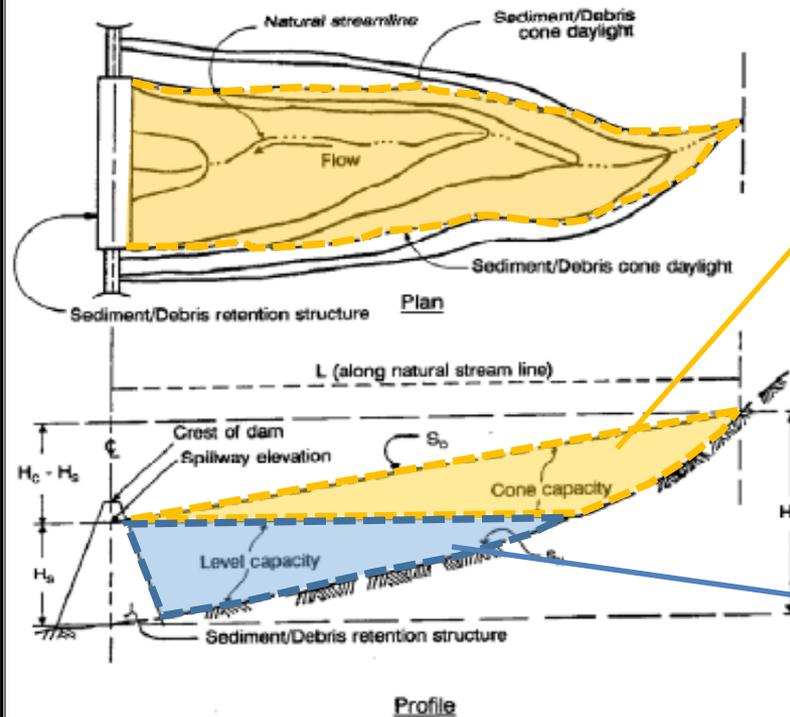
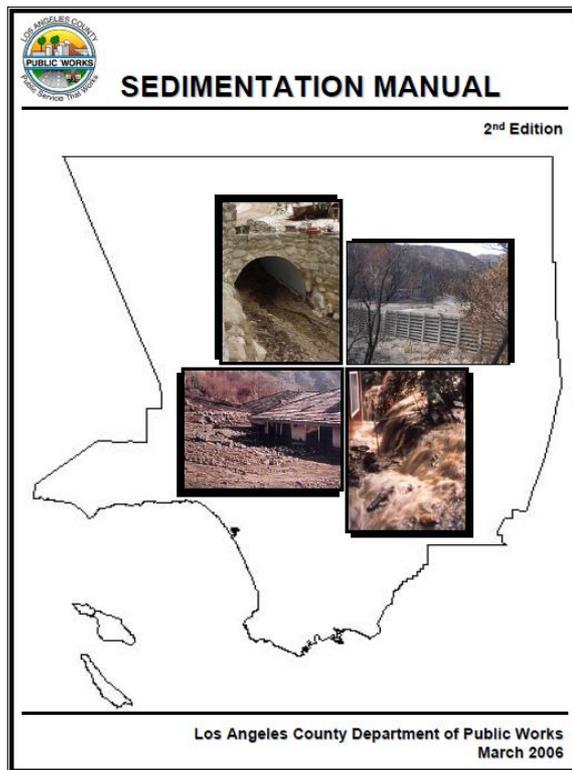
2250 Alcazar Street, Los Angeles Telephone: (213) 226-4111

P.O. Box 2418, Terminal Annex Los Angeles, California 90051



# Debris Basin 施設容量

- Debris Basinの施設容量は、ロサンゼルス郡においては、「SEDIMENTATION MANUAL」に基づき決定される。
- 施設は、流路に対して垂直になるように設置する必要がある。
- 施設容量は、Level CapacityとCone Slopeからなる。
- Level Capacityは、水通し部の高さまでの土砂量で、**容量の50%**を占める必要がある。
- Cone Slopeは、**元溪床勾配の1/2の勾配**まで堆積する土砂量で、**最大で5%勾配までを想定**する。



## ● Cone Slope

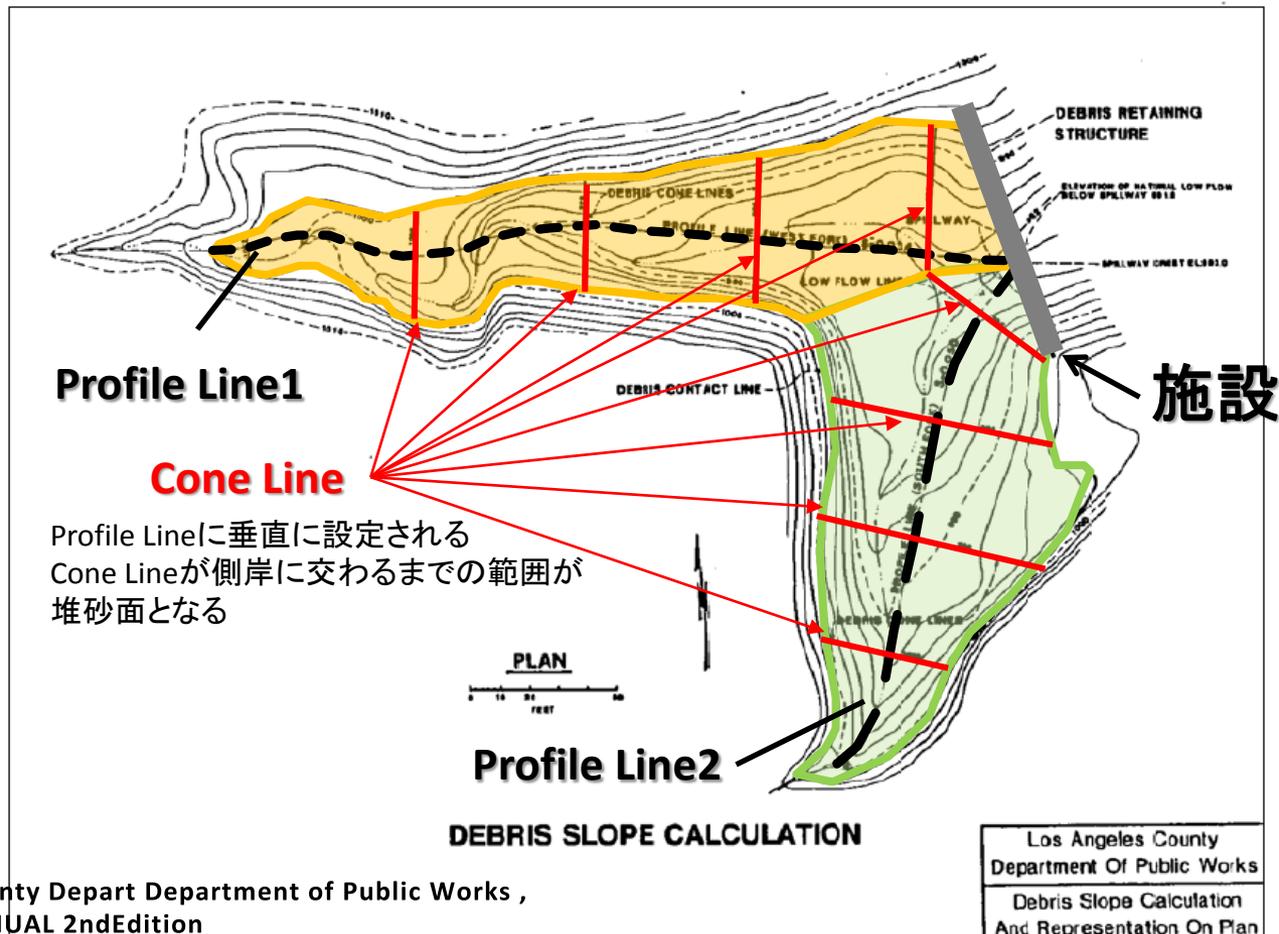
日本での計画堆積量と類似しているが、元溪床勾配の1/2の勾配までの堆砂なので、日本では平常時堆砂勾配程度。つまり、計画捕捉量に含まれる

## ● Level Capacity

日本での計画捕捉量と類似しているが、水通しと同じ高さまでの容量であり、考え方が異なる。満砂前のオーバーフローを防ぐためには全量の50%を占める必要があるとしている

# Debris Basin 施設容量

- 施設の上流が2股に分かれている場合は、それぞれの流路の溪床勾配の条件によってCone Slopeを設定する
- このため、それぞれの流路で異なるCone Slopeが形成されると想定することになる
- Cone Slopeの堆砂面は、流路ごとに概ね流路に沿って設定するProfile Lineに対して、垂直に交わるCone Lineと側岸とが交わる範囲を計画する



# Debris Basin 捕捉・被災事例



ロサンゼルス郡資料より引用

- ◆ 2017/1/20に発生したFish Fire(2016)後の土石流をMaddock Debris Basin(ロサンゼルス郡)が捕捉



サンタバーバラ郡資料より引用

- ◆ 2018/1/9に発生したThomas Fire(2017)後の土石流をSanta Monica Debris Basin(サンタバーバラ郡)が捕捉



- ◆ 2018/1/9にサンタバーバラ郡のMontecitoで発生した土石流災害では、土石流の流下によりCold Springs Debris Basinの堤体が一部破損。  
(現在は、破損箇所はコンクリートで修復されている)

# 3. 除石管理

## 除石管理 SPS : Sediment Placement Sites (主に、ロサンゼルス郡)

- 1950年代からSPSが設置され始める。
- Debris Basinから取り除かれた土砂の保管場所として機能する、治水施設として位置づけられている。
- Active, Near-Capacity, Potentialに分けて管理され、施設規模は15,000～47,175,000 cubic yard(1.1万～3600万 $m^3$ )と大小様々
- 2007-2009年に発生した大規模な山林火災の影響により、既存のSPSの容量が不足していることが課題となっている。

### ◆ Maddock Sediment Placement Sites (ロサンゼルス郡)



- 1977年の災害後設置される
- 容量 : 475,000 cu yd  
(363,164 $m^3$ )
- 2011年1月時点の推定  
残容量 : 415,000 cu yd  
(31,729 $m^3$ )

# 除石管理 管理基準

除石管理の管理基準が設定されている。

- 平常時：堆積土砂がDDEの25%になった時点で除石を行う
- 山林火災が発生した場合：速やかに除石を行い、その後5年間はDDEの5%～25%の堆積で除石を行う（1年目は5%、2年目は10%、... 5年目は25%）。
  - サンタバーバラ郡では、Thomas Fire後、Montecito災害発生前に11のDebris Basinで除石を完了させ堆積土砂を0%とした。
- サンタバーバラ郡における、『Debris Basinの撤去、透過型化に関する計画』のDebris Basinのグループ分けは、除石管理の面でも適用されている。

## ◆ Cold Springs Debris Basin (サンタバーバラ郡)

土石流直後



除石作業中



# 除石管理 管理のための予算

## ◆ ロサンゼルス郡

- 通常は洪水対策予算(元手は税金)が潤沢にあり、除石を実施している。災害発生時には施設整備よりも除石等に重点的に回すというような運用もできる。(それほど予算の制約を受けていない模様)
- 大災害の発生時などは連邦の緊急対策予算等での対応もある。  
Fish Fireの場合は連邦(FEMA)の緊急対策予算を使うことが出来た。内訳は70%が連邦、5%が州、その他が郡の予算。
- 自前でも、土砂を撤去する重機、オペレーター等も確保。

## ◆ サンタバーバラ郡

- 予算の制約を強く受けている模様。
- 連邦政府が設置したDebris Basinの管理は郡に移管され、維持管理については郡の予算で実施。
- 大災害の発生時の除石も、基本的には連邦の緊急対策予算等で対応している模様。

# 除石管理 除石手法

- 堆積土砂に水分が含まれているままだと重機の近接や土砂搬出が出来ないため、Debris Basin 内に**排水塔(呼び名はWater Tower、Drainage Tower等)を設置**し、堆積土砂と水の分離(排水、脱水)を24~48時間程度で行う。
- ロサンゼルス郡において、排水塔本体は取り外し可能で、本体の清掃が必要な場合は、取外して清掃。

## Where is soil coming from?



出典:ロサンゼルス郡資料

流木等が排水塔のスリットを閉塞させた場合は、人力で障害物を撤去する

# 除石管理 土砂の搬出

- ロサンゼルス郡では、搬出土はSPS (Sediment Placement Sites) へ移動
- 運搬費用や住民への影響低減のため、SPSはDebris Basin近傍の設置が基本。ただし、全てのDebris Basinの近傍にSPSが設置できてはいない。
- 土砂の一部は埋め立てや道路工事等での活用へ無償提供。
- 当初、SPSは碎石場跡地などを買取り充てていたが、近年確保が困難に。
- サンタバーバラ郡では土地の制約等によりSPSが十分に確保できず、災害後の緊急除石等で土砂の搬出先に苦慮。一部は運搬に2時間以上の時間を要している。

## ◆ Maddock SPS (ロサンゼルス郡)の出入り口



除石管理を前提にしているためか、土砂の搬出路が確保されており、整備が行き届いている印象。(ベンチュラ郡・サンタバーバラ郡も同様)

## ◆ コミュニティへの配慮(ロサンゼルス郡)



出典:ロサンゼルス郡資料

周辺コミュニティへの配慮として、重機のタイヤやキャタピラの泥落とし、道路の清掃、土質の調査などを実施。

# 土砂・洪水氾濫対策の日米比較

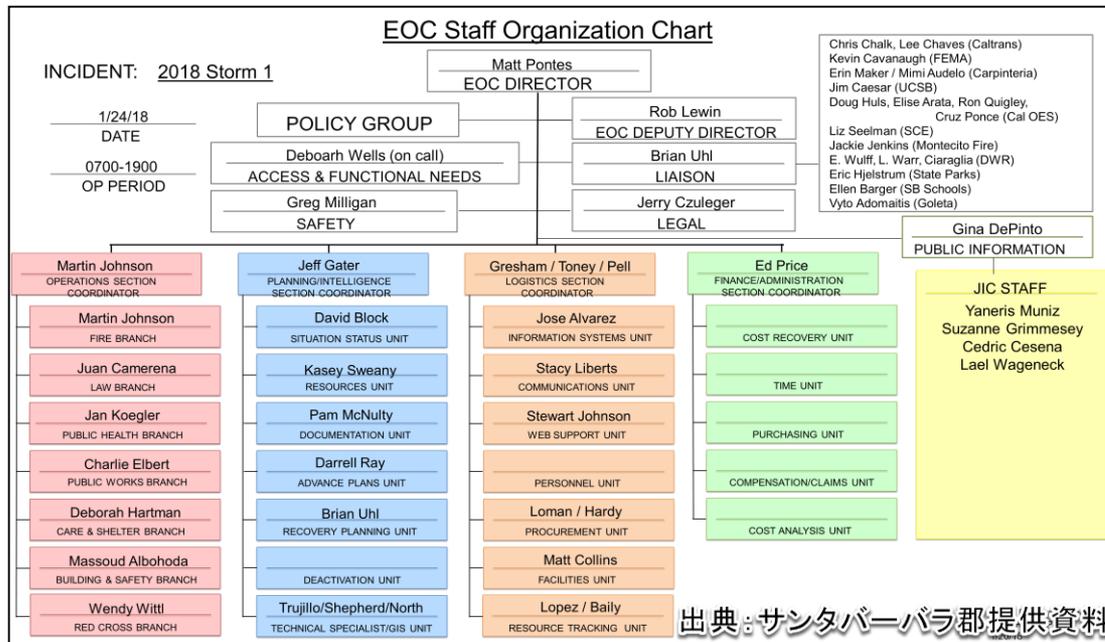
	日本	アメリカ
対象現象	<ul style="list-style-type: none"> <li>豪雨による土砂流出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>山火事後、<b>数年間</b>の豪雨による土砂流出</li> </ul>
対象とする流出土砂量の想定手法	<ul style="list-style-type: none"> <li>既往の当該地域の実績(斜面崩壊)と現地調査(溪流流出)に基づき設定される場合が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地質、地形等と比流出土砂量の関係が過去の実績から整理。</li> <li>地質、地形等から過去の実績に基づき設定</li> </ul>
対象とする流出土砂量	日米間で大きな違いはない	
ハード施設の配置	<ul style="list-style-type: none"> <li>流域内に複数基設置。</li> <li>生産抑制も併用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流域毎に、谷出口に1基Debris Basinを配置</li> </ul> 
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>土石流対策において、近年除石を基本に位置付ける</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>除石管理が前提。 (SPSの整備、管理用道路、排水塔等、除石のための設備)</li> </ul>
流木対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>近年、顕著な被害が多発。</li> <li>指針を改定するなど流木対策を強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流木に対する被害は生じているものの、比較的流出量は小さい模様。</li> <li>山林火災後の土砂流出が中心であるためか</li> </ul>

## 4. 危機管理とソフト対策

# ソフト対策 緊急時の体制(サンタバーバラ郡)

- サンタバーバラ郡では、緊急対応時のシステムとして命令系統や管理手法を標準化したインシデント・コマンド・システム(現場指揮システム、Incident Command System: ICS)が導入されている。
- インシデント・コマンド・システムとは、1人の監督者が管理できる人数の上限となる監督限界(サンタバーバラ郡では最大7名)を定め、**平時とは異なる臨時の組織体制**
- 一つの会議室にすべてのセクションの責任者・担当者が集まることによって、スムーズな危機管理が可能となったとの意見があった。
- 長期間かけて定着したが、現在も改良中である。

## ◆ サンタバーバラ郡におけるICSの組織図



## ◆ 災害対策室の様子



- 役割ごとに色で示され、災対室にも反映されている

# ソフト対策 警戒避難 原則と現状

## ◆ サンタバーバラ郡で定められる避難原則

2018年の土石流災害を受けて、避難に関する6原則を制定

- Ensure public safety
- Evacuate only when necessary
- Evacuate only those areas necessary
- Evacuate for the shortest possible time
- Return people home as soon as possible
- Provide the community with clear , timely information and rationale for evacuations

## ◆ サンタバーバラ郡での避難の現状

- 短期予測雨量に基づき、避難の情報が周知される (**Ready,Set,Go**)
  - 72-48時間前:注意喚起(Ready) , 48-24時間前:避難準備(Set) , 24時間以内:避難指示(Go)
- 多様な方法での情報伝達
  - 直接訪問・スマートフォンアプリ・緊急速報メール(エリアメール)
- 避難指示発令時には、職員2名×60班体制で避難の実施状況(避難する、避難しない、不在等:別宅への避難を含む)を確認
  - スマートフォンアプリによる登録で、翌日には全体の避難状況の把握が可能
- 避難の状況



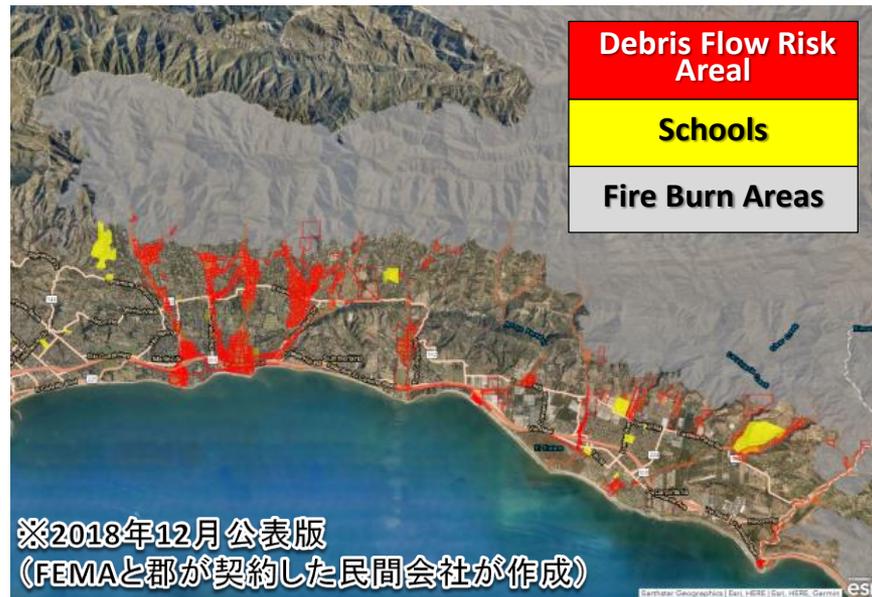
※不在の理由の一つとして、『別宅に在宅していた』等が考えられる。

- 長年住み続けていることからの安心感や、過去の避難時のトラウマ(避難生活の辛さや不便さ)から、避難指示に  
応じない住民も。→ 高い避難率を確保するため、住民への説明会(6回)やカウンセリングなどの取り組み

# ソフト対策 ハザードマッピング (Risk Map)

- 山林火災が発生した場合にのみ、期間限定で公表される
- 危険地域の「**科学的**」な評価は**USGSにより実施**される
  - **森林火災の強度に基づき**、土石流発生のおそれが高い流域を図示
  - 流下氾濫範囲については、不確実性が大きいいため示すのが困難との見解
- Thomas Fire後に公表されたマップは、サンタバーバラ郡が独自に流下氾濫範囲を示したもの。**(延焼範囲が広く、緊急性が高かったため)**

## ◆ サンタバーバラ郡作成のDebris Flow Risk Areas Map



出典:

<https://sbcoem.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=2dfd558de56f45158b4f67ef678a24e3>

# ソフト対策 基準雨量・雨量監視

- 山林火災後の土石流では、雨量強度により危険性が判断される
- NWS and USGS Post-Wildfire Debris Flow Warning Systemにより危険雨量が定められている：**予測雨量**がこの基準に達すれば避難
- サンタバーバラ郡では、郡内および周辺に雨量計が100箇所設置され、Web上でリアルタイム観測結果が確認可能

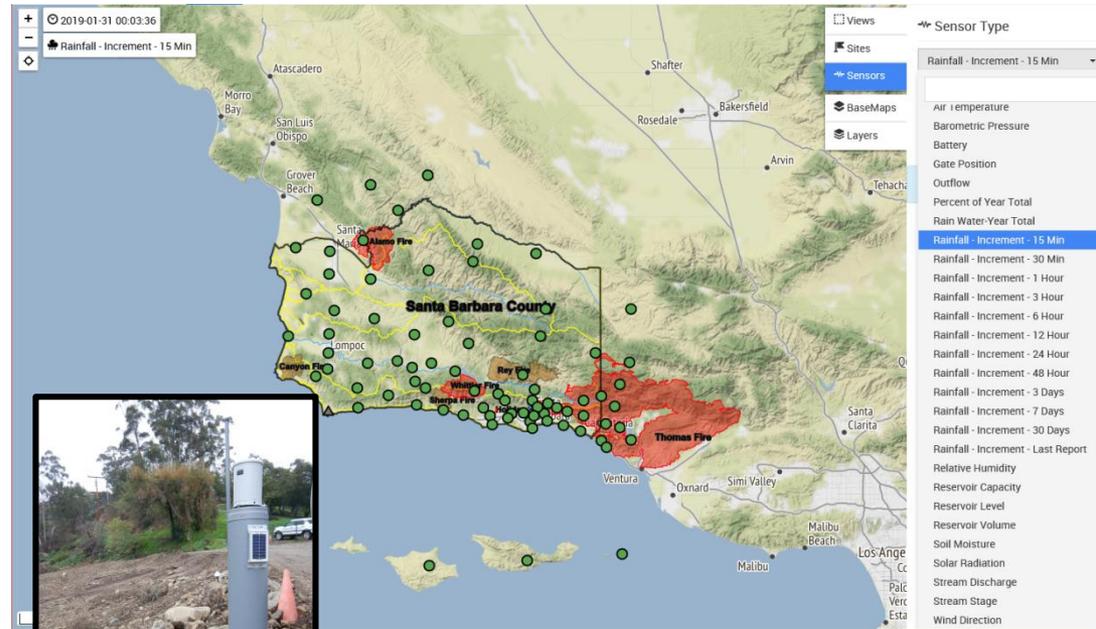
## ◆ サンタバーバラ郡における危険雨量値

Second Year	Thomas	Sherpa Whittier
15 min	0.4 inches	0.5 inches
30 min	0.6	0.6
1 hr.	0.8	1.0
3 hr.	1.4	2.0
6 hr.	2.2	2.3
12 hr.	2.9	3.1

出典：サンタバーバラ郡提供資料

- NWSにより使用される雨量しきい値。
- 濃青部分が土石流の発生危険が最も高いとされる。
- 火災からの経過年数でしきい値は変わる。

## ◆ サンタバーバラ郡が設置する雨量計位置図



出典：Santa Barbara County, Real-time Rainfall, River-Stream, and Reservoir Data  
[https://rain.cosbpw.net/map/?sensor\\_class=10160&view=8bc6e88f-eeab-4281-9d92-353d723016e945#](https://rain.cosbpw.net/map/?sensor_class=10160&view=8bc6e88f-eeab-4281-9d92-353d723016e945#)