

3D 演習 1（砂防ダムの上砂調節量の把握）

岐阜県白川町では、20XX 年 7 月に豪雨災害が発生し甚大な被害が発生した。中でも飛騨川支流小井戸谷は荒廃が激しく、次期降雨によっては下流の国道 41 号線や集落に二次災害をもたらす恐れがある。そこで緊急に砂防ダムを計画することになった。

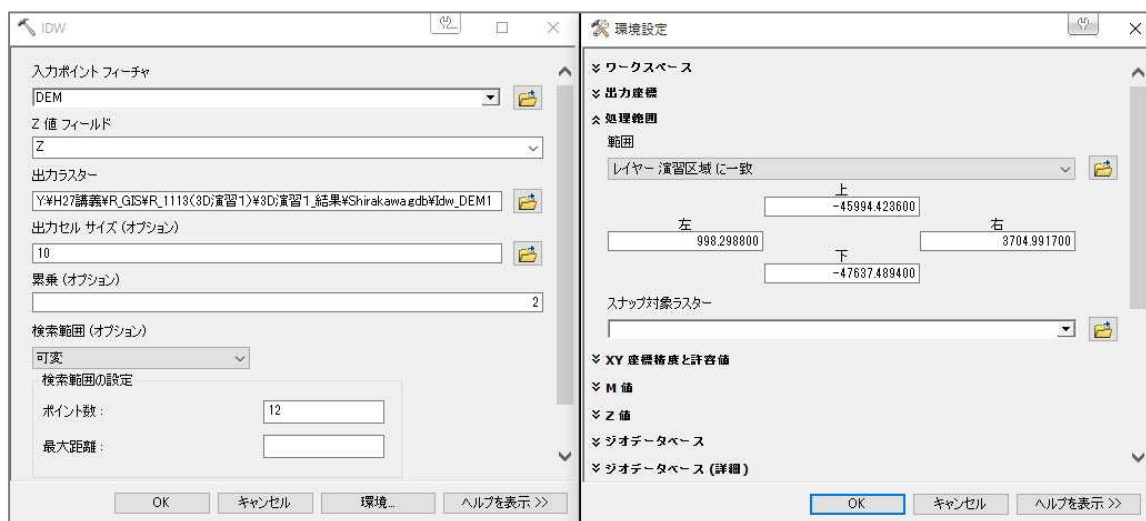
ArcMap_データフレーム[全体図]を使用

- ① ArcCatalog から、計画地区付近のデータ「応用課題 3D.mxd」を開き、標高サーフェスを作成する。

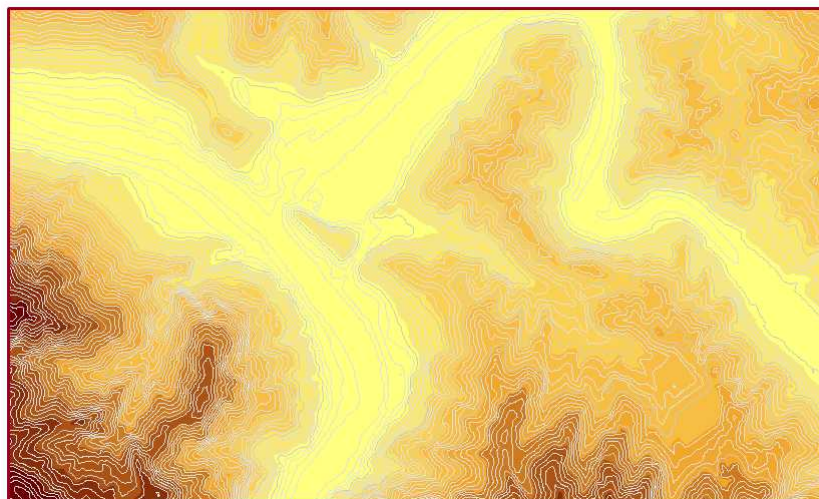
DEM を追加 ⇒ “演習区域”でクリップ ⇒ クリップしたもので標高サーフェスを作成(IDW)

Spatial Analyst ツール ⇒ 内挿 ⇒ IDW 又は 3D Analyst ツール ⇒ ラスタの内挿 ⇒ IDW

ヒント：IDW の作成範囲は、環境設定で“演習区域”に一致させる

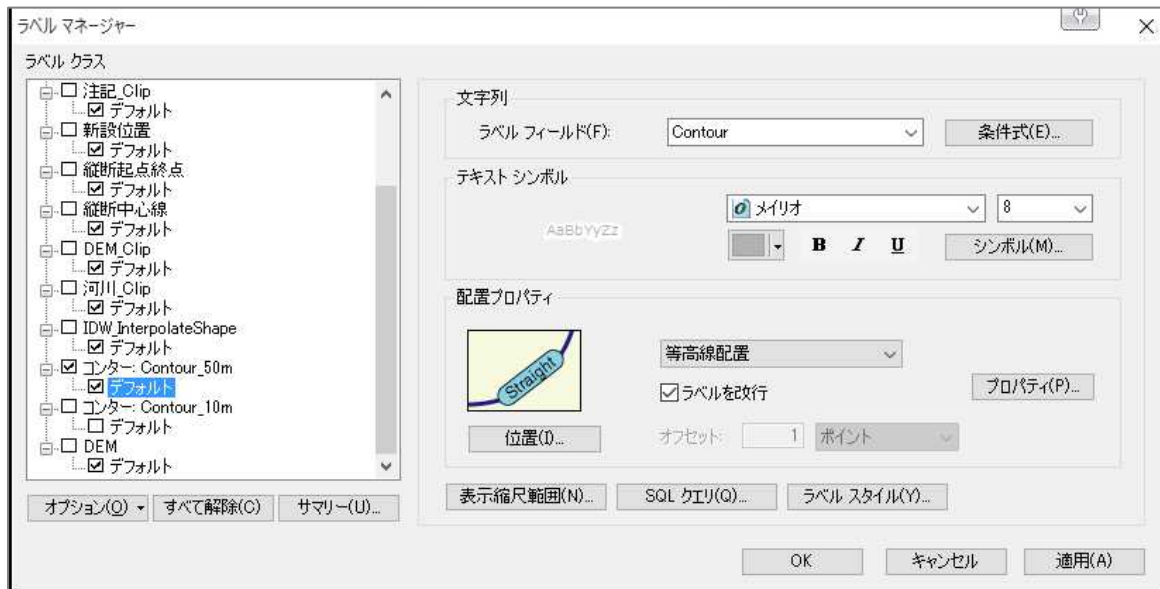


- ② 標高サーフェスを使って 10m コンター、50mコンターを作成し、見栄え良く表示する。
Spatial Analyst ツール ⇒ サーフェス ⇒ コンター（線の太さ 10m : 0.4、50m : 0.8 色はグレー）



③ コンターにラベルを表示する。

ラベリングツール ⇒ Maplex ラベルエンジンを使用 ⇒ 50m コンターののみラベル表示

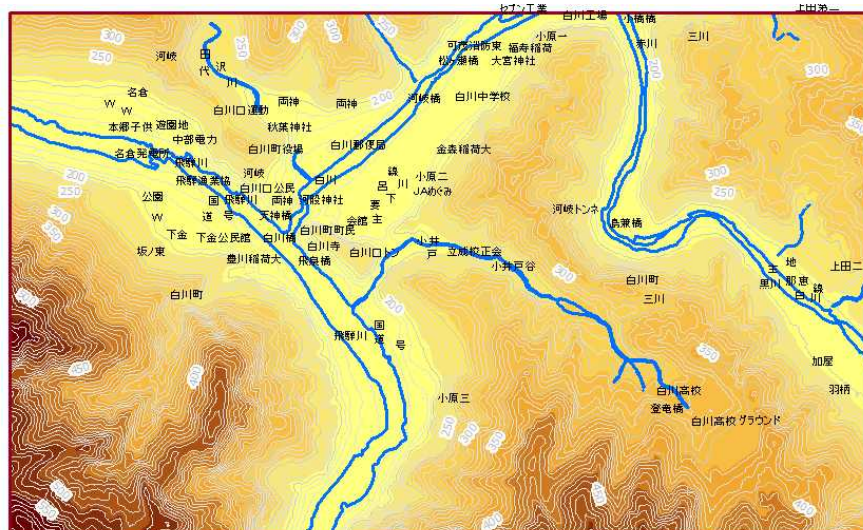


④ ArcCatalog から「共有空間データ」の中の “河川”と“注記”を選んで、ジオデータベース「Shirakawa.gdb」にインポートし、マップに追加する。

ヒント : “河川”と“注記”を“演習区域”でクリップしてから追加

“河川”と“注記”をラベリング ⇒ 標高数値など余分なものは表示しないように工夫すること

(属性テーブルから数字を除く文字のみ選択し、選択フィーチャからレイヤを作成する、など)



- ⑤ 「小井土谷」を見つける。

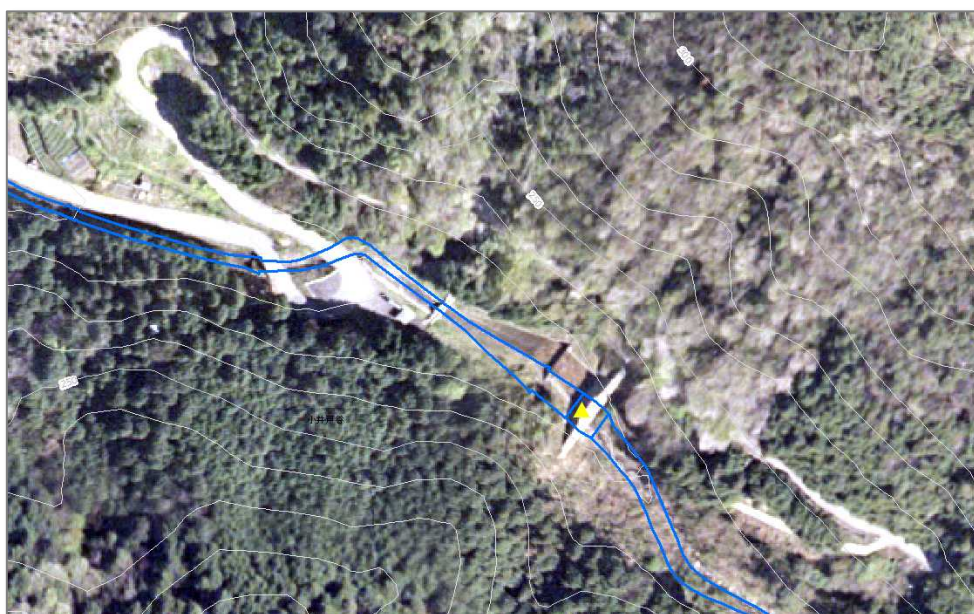


- ⑥ “縦断起点終点”のポイントデータをレイヤに追加する。

わかりやすいシンボルに変更



- ⑦ 調査の結果、小井土谷沿いに走る道路がスイッチ（ヘアピンカーブ）しているすぐ上流の既設ダムの箇所に、もっと大きな砂防ダムを新設することになった。“新設位置”ポイントデータを追加する。



- ⑧ ArcCatalog で縦断中心線（ライン）を作成します。起点ポイントから新設位置ポイントを通り、縦断終点ポイントまで「ライン」で作図する。

ArcCatalog で“縦断中心線”という名前でラインデータを作成 ⇒ マップに追加 ⇒ エディタでラインを作図（起点から作図開始し、新設位置、終点の順にスナップすること）



- ⑨ 手順⑧で作成した「縦断中心線」（ライン）を3D フィーチャに変換する。

3D Analyst ツール - ファンクションサーフェス - シェープの内挿

入力サーフェス
IDW

入力フィーチャクラス
縦断中心線

出力フィーチャクラス
¥R_GIS¥R_1113(3D;演習1)¥3D;演習1_結果¥Shirakawa.gdb¥IDW_InterpolateShape1

サンプリング距離 (オプション)
[Empty text box]

Z ファクター (オプション)
1

メソッド (オプション)
BILINEAR

☐ 頂点のみを内挿 (オプション)

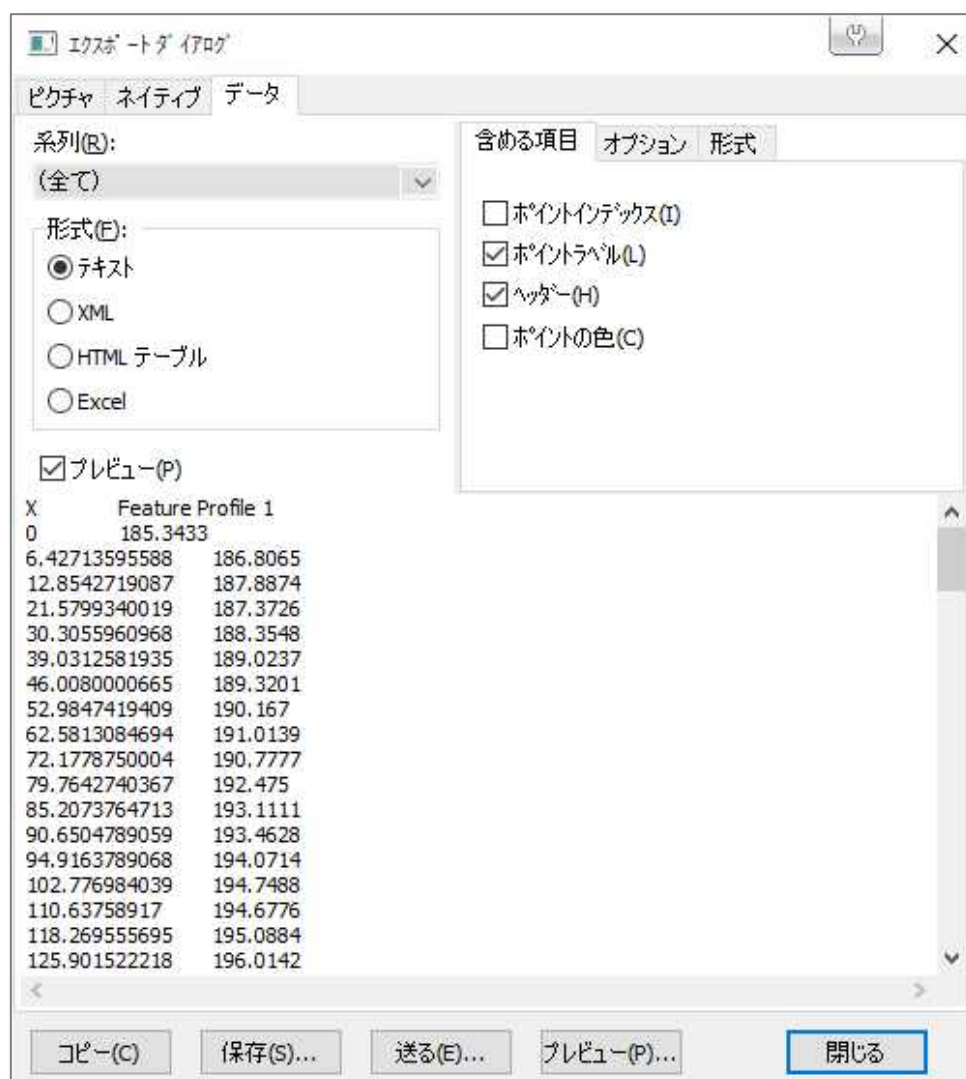
ピラミッド レベル 解像度 (オプション)
0

⑩ 縦断面図を 2 種類の方法で表示する。

(絵として表示) 3DAnalyst ツールバー ⇒ 断面図グラフ作成

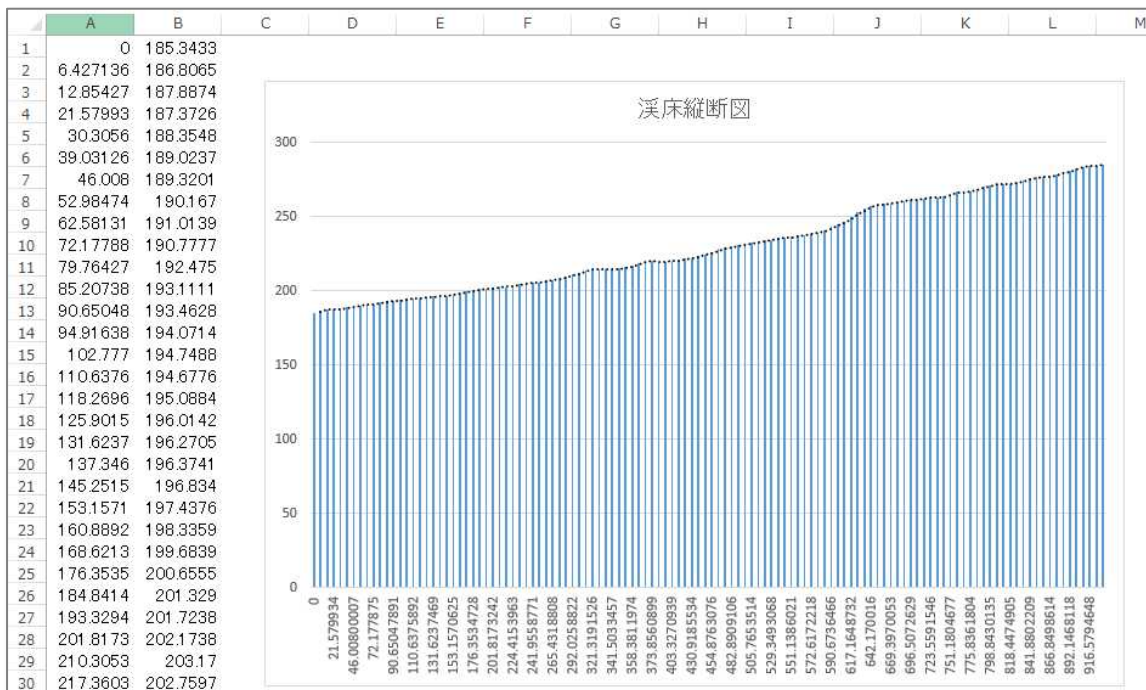


(データとして表示) 上図を右クリック ⇒ テキストデータとして保存 (Excel データは互換性あれば可)



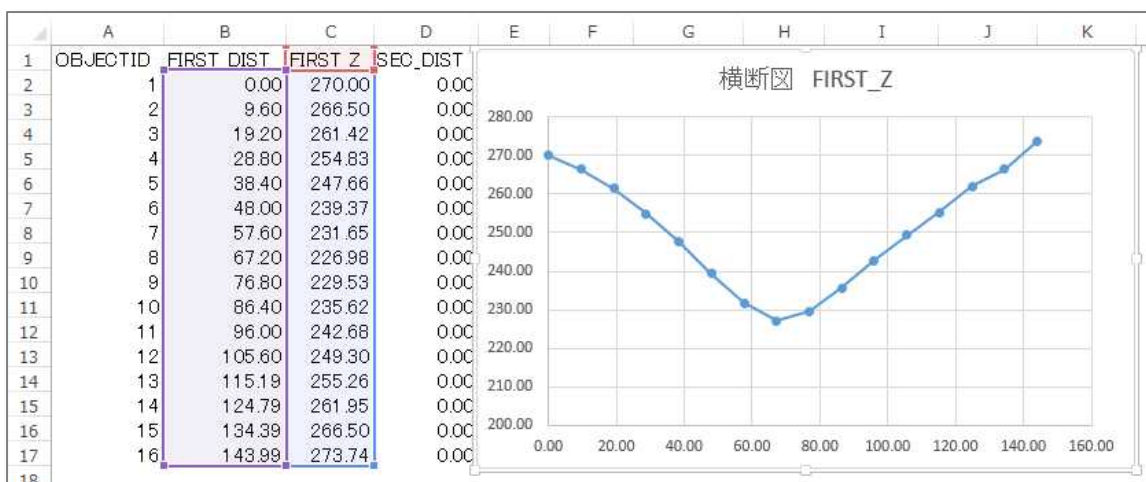
Excel – 挿入 – グラフ – 散布図の左下図を選択

(3D Analyst ツール – ファンクションサーフェス – スタック断面図 も同様)



⑪ 縦断面図の作成を参考にして、砂防ダム新設ポイントの横断面図を作成する。

(下図は、3D Analyst ツール – ファンクションサーフェス – スタック断面図 から、テーブルデータを横断.dbf にエクスポートし、それを Excel で開いて作成)



ArcScene_応用課題 3D-1.sxd を使用

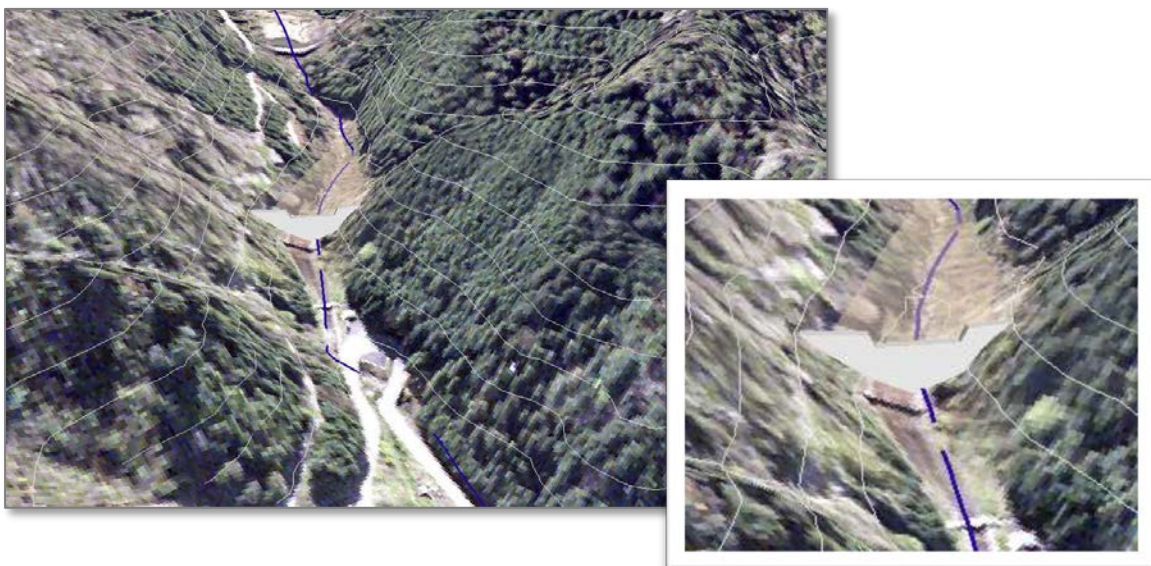
- ⑫ ArcCatalog から応用課題 3D-1.sxd を開き、各レイヤ(“航空写真”、“コンター”、“河川”、“縦断起点終点”、“新設位置”など)を追加して 3D モデルを作成する。

ヒント：各レイヤを追加 ⇒ プロパティから基準高度、レンダリングを調整⇒ シンボル調整



- ⑬ 砂防ダム設計検討の結果、ダムのプランは“Plan_No1_2”を採用したので、ArcScene に追加する。砂防ダムのモデルは、「砂防ダム」フォルダの中から選ぶ。

ヒント：レイヤ Plan_No1_2 のプロパティからオフセット値を 215 にセット

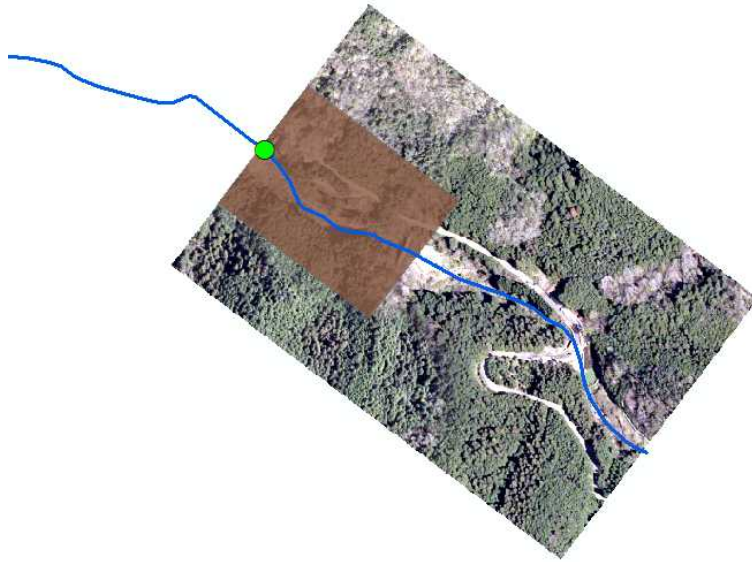


ArcMap_データフレーム[部分図]を使用

- ⑭ 砂防ダム放水路天端まで土砂が水平（レベル）で堆砂したイメージを作成する。

ヒント：溪流幅より十分大きく、かつ、堆砂延長より十分長い長方形のポリゴン（“水平堆砂線”）を作成

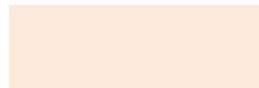
図形描画ツールバーで長方形作図 ⇒ フィーチャ化 ⇒ Ctrl キーを押しながら、×印のスナップ点を移動させ、新設位置にスナップさせること



ArcScene_応用課題 3D-1.sxd を使用

- ⑮ 手順⑭で作成した水平堆砂線を ArcScene に追加し、砂防ダムに土砂が堆砂したイメージを表示する。ヒント：オフセット値を調整して表示させること。ダムの“Plan_No1_2”がどのように表示されているのかを参考にすること

堆砂線の標高を



mにセットする



ArcToolbox – [3DAnalyst ツール] – [データ管理] – [TIN] – [TIN の編集] → Hard Clip

ArcScene_応用課題 3D-2.sxd を使用

⑯ この砂防ダムが完成したとすると、抑止できる土砂量はいくらか。

手順1 “水平堆砂線”と“DEM_Clip”を追加後、“DEM_Clip”を立体化

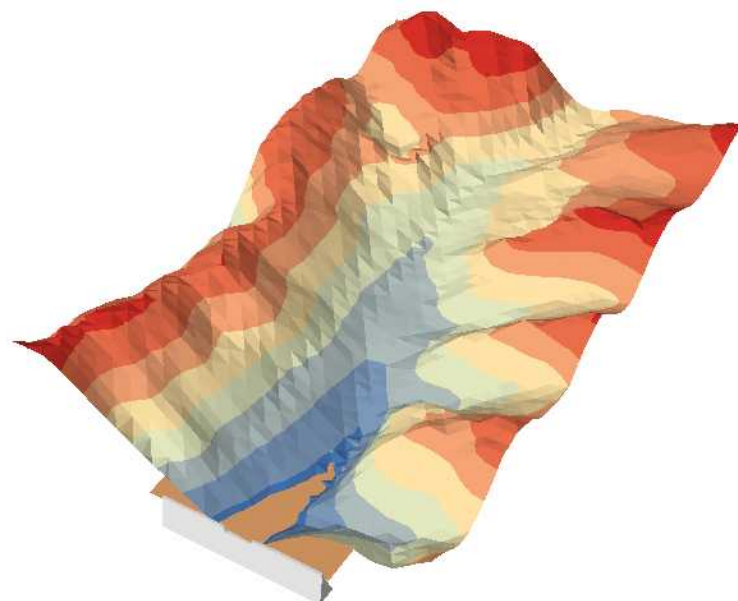
手順2 “水平堆砂線”に高さ(標高)フィールドを作成 ⇒属性値として手順⑮の高さ(水平堆砂線の標高)を数値で入れる

レイヤのオフセット

一定の高度オフセットを加算(シーンの座標単位)(0):

235

手順3 3D Analyst ツール ⇒ 変換 ⇒ ラスタから変換 ⇒ ラスタ→TIN(出力 TIN = “IDW_Clip_RasterTin”、Z 許容値 = 0)



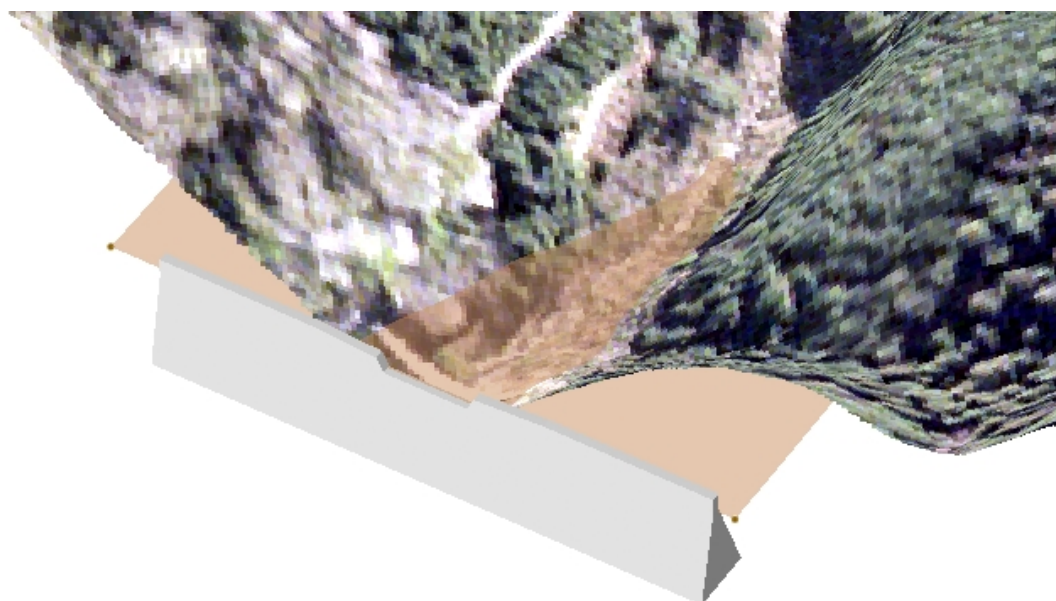
手順4 3DAnalyst ツール ⇒ トライアングルサーフェス ⇒ ポリゴン体積

ヒント：参照平面を BELOW と ABOVE で両方とも試してみる

Volume = []m³

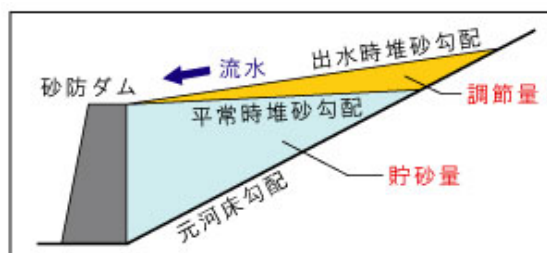


水平堆砂線								
	OBJECTID	Shape *	Name	高さ	Shape_Leng	Shape_Area	Volume	SArea
	1	Polygon	水平堆砂線	235	618.964802	23585.4395		



- ⑰ 砂防ダムに堆砂する土砂は、洪水の直後には水平（レベル）に堆積せず、上流に向けて若干の上り勾配がつく。この勾配を一般に「洪水勾配」という。洪水勾配で堆砂した土砂量と平常時の水平に堆砂した土砂量との差は、ダムの「土砂調節量」と呼ばれる。洪水時に5%の勾配で堆砂したとして、その土砂調節量を求める。また、土砂堆積部分をモデル化して可視化する。

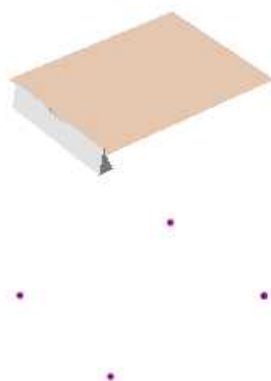
ヒント：3DAnalyst ツール ⇒ テレインと TIN サーフェス ⇒ サーフェス差分 のような操作でも可能



【水平な面ではないポリゴンとサーフェスに囲まれた体積を求める方法】

手順1 ポリゴンの“水平堆砂線”から“水平堆砂線_FeatureVerticesToPoint”という名前で4隅のポイントを作成

ArcToolbox - [データ管理ツール] - [フィーチャ] - [フィーチャの頂点→ポイント]



[フィーチャの頂点→ポイント]のツールが見当たらない場合は、手動でポイントを作成する。

あらかじめ、ArcCatalog で Shirakawa.gdb に“水平堆砂線_FeatureVerticesToPoint”を作成してから、ポリゴンの四隅にスナップさせて4点を作図する。

- 手順2 上流の右岸、左岸にあるポイントの高さフィールドに新たな標高を入力
 (3D エディタ - 編集の開始 で、属性テーブルの高さフィールドへ新標高値を入力)
 5%上昇時の標高値 : []m)

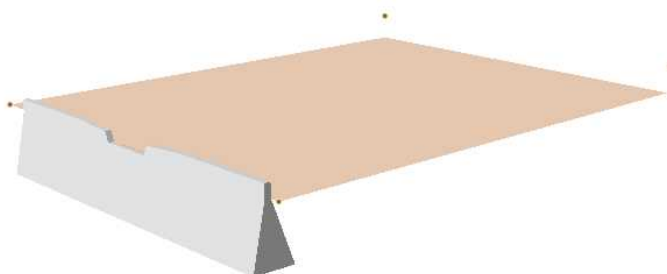
【計算例】

“水平堆砂線” ポリゴンの長辺距離 (173.7m) $\times 0.05 = 8.685$

“水平堆砂線” ポリゴンの標高値 (高度のオフセット値 235m) $+ 8.685 = 243.685$
 $\approx 243.7\text{m}$

水平堆砂線_FeatureVerticesToPoint				
	OBJECTID	Shape *	Name	高さ
	1	Point	上流左岸	244
	2	Point	下流左岸	235
	3	Point	下流右岸	235
	4	Point	上流右岸	244

- 手順3 “水平堆砂線_FeatureVerticesToPoint” を 3D 化
 (ArcToolbox - 3D Analyst ツール - 3D フィーチャ - 属性でフィーチャを 3D に変換)



水平堆砂線_FeatureVerticesToPoint1				
	OBJECTID	Shape *	Name	高さ
	1	Point Z	上流左岸	244
	2	Point Z	下流左岸	235
	3	Point Z	下流右岸	235
	4	Point Z	上流右岸	244

- 手順4 ArcCatalog で“傾斜堆砂線”フィーチャをポリゴンで作成 (Z 値を含む座標値にチェック)

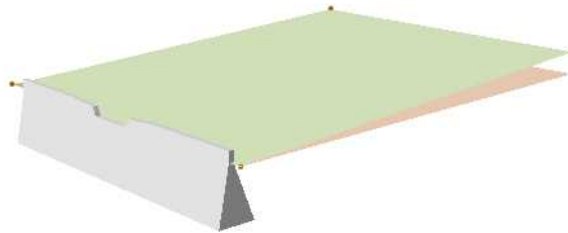
ジオメトリ プロパティ

- ☐ M 値を含む座標 (ルート データ格納に使用) (M)
☒ Z 値を含む座標 (3D データ格納に使用) (Z)

手順5 3D フィーチャの鉛直座標系には“東京湾平均海面”か“Japanese Standard Leveling Datum”を選択

手順6 “傾斜堆砂線”フィーチャを ArcScene に追加し、作図

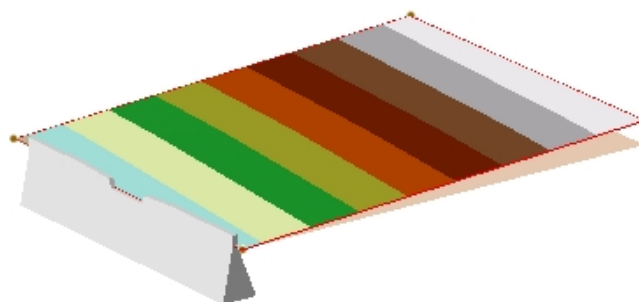
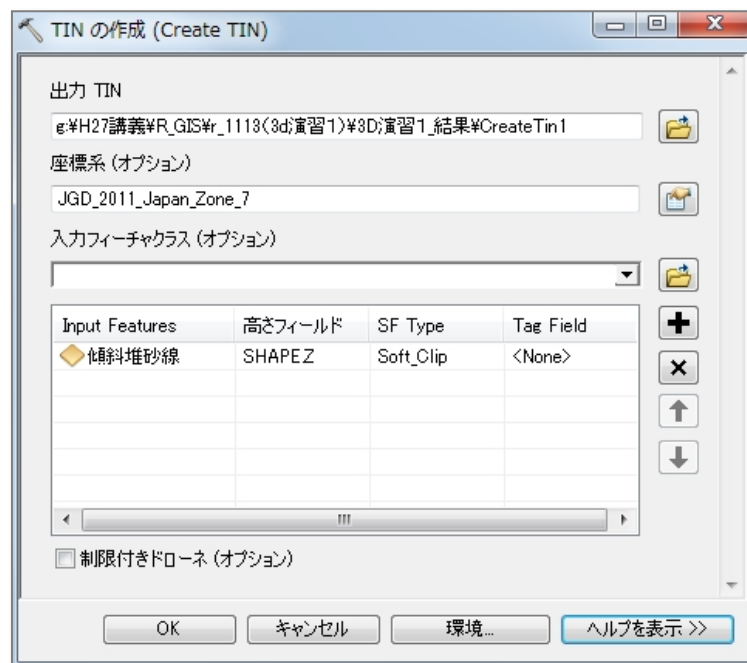
(3D エディタで編集開始 – “傾斜堆砂線”フィーチャを選択 – 4つのポイントを順にスナップを利かせて作図 (このとき水平堆砂線は非 3D になる) – ポリゴンを作成したら編集終了)



手順7 “傾斜堆砂線”フィーチャの TIN を作成 (出力されるのは、CreateTin)

この操作により、“傾斜堆砂線”を サーフェス化する。

(3D Analyst ツール – データ管理 – TIN – TIN の作成) [出力 TIN = 傾斜堆砂線]

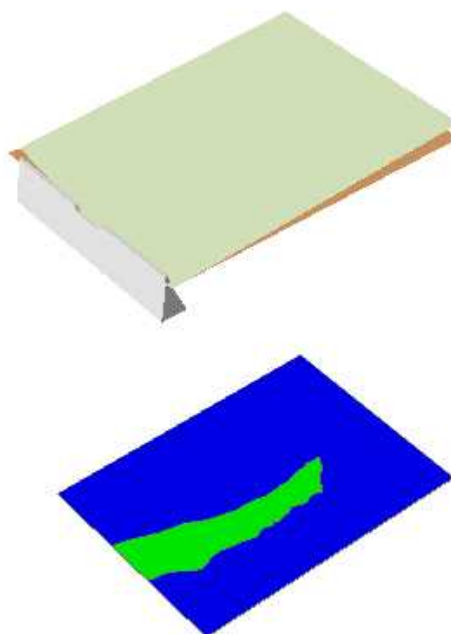


手順8 サーフェス差分の作成（出力ファイル名は、“差分_SurfaceDif”とする）
 （3D Analyst ツール – トライアングルサーフェス – サーフェス差分）

【計算例】

$$\begin{aligned}
 \text{土砂調節量} &= \text{洪水勾配時の土砂堆積量} - \text{平常時の土砂堆積量} \\
 &= [\quad \quad \quad] - [\quad \quad \quad] \\
 &= [\quad \quad \quad] \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

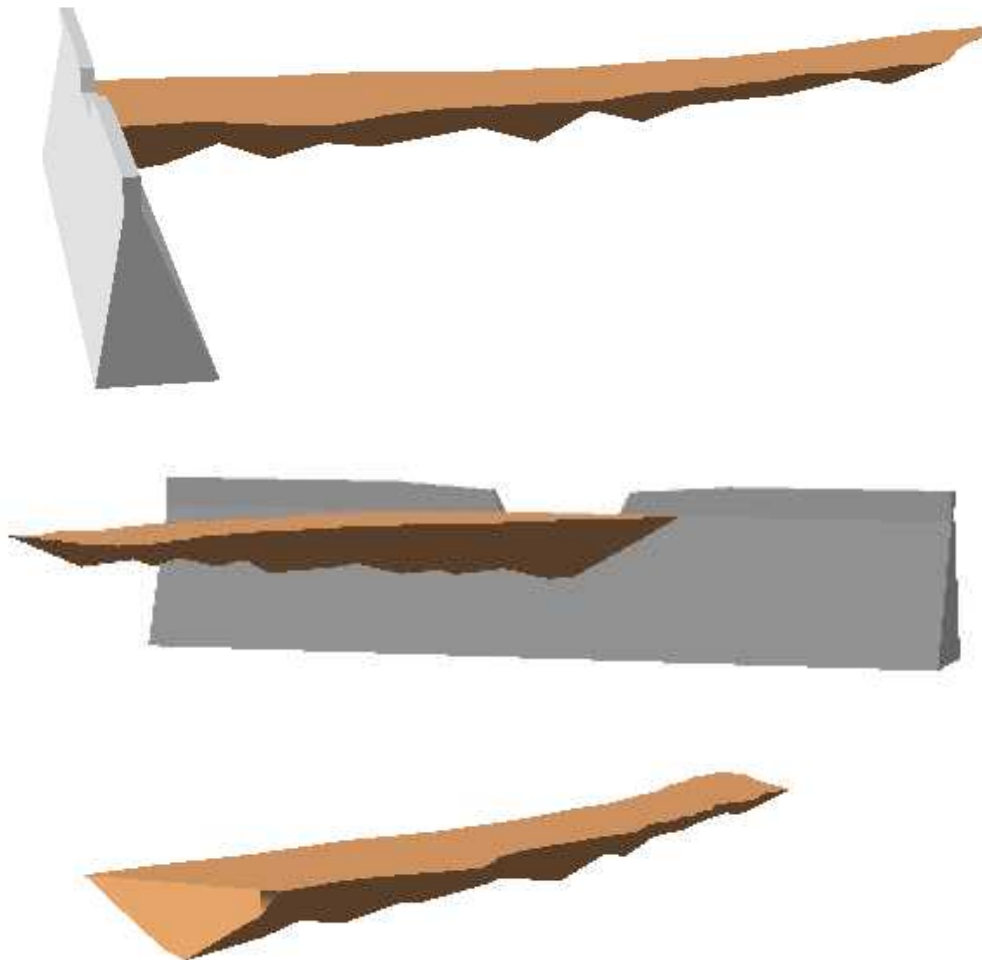
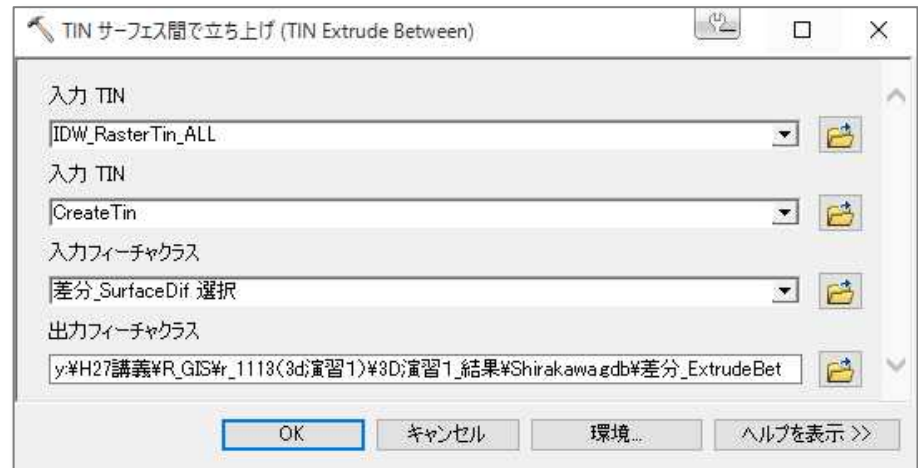
テーブル							
差分							
	OID *	Shape *	Volume	SArea	Code	Shape_Length	Shape_Area
▶	1	Polygon			1		
	2	Polygon			-1		



手順9 土砂堆積部分をモデリングして可視化
 上記8の堆砂部分を選択、選択—選択フィーチャからレイヤを作成



- 手順 10 堆積部分を抽出（出力ファイル名は、“差分_ExtrudeBe”とする）
（3D Analystツール – トライアングルサーフェス – TINサーフェス間
で立ち上げ（入力フィーチャ=⑩で作成した差分フィーチャを使う）



以上