

# 2011年東日本大震災に伴う地盤沈下・隆起に対する海岸汀線の応答

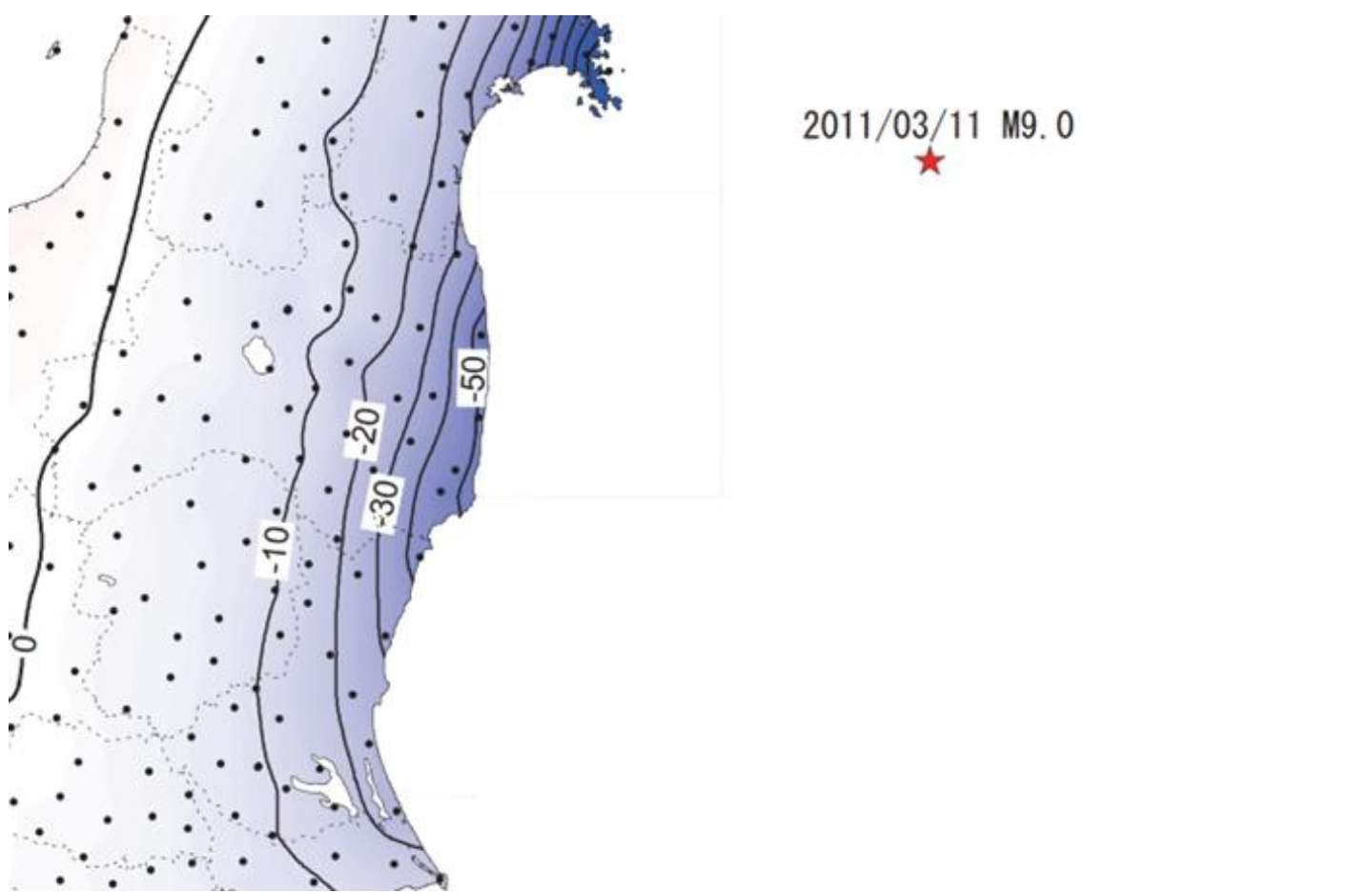
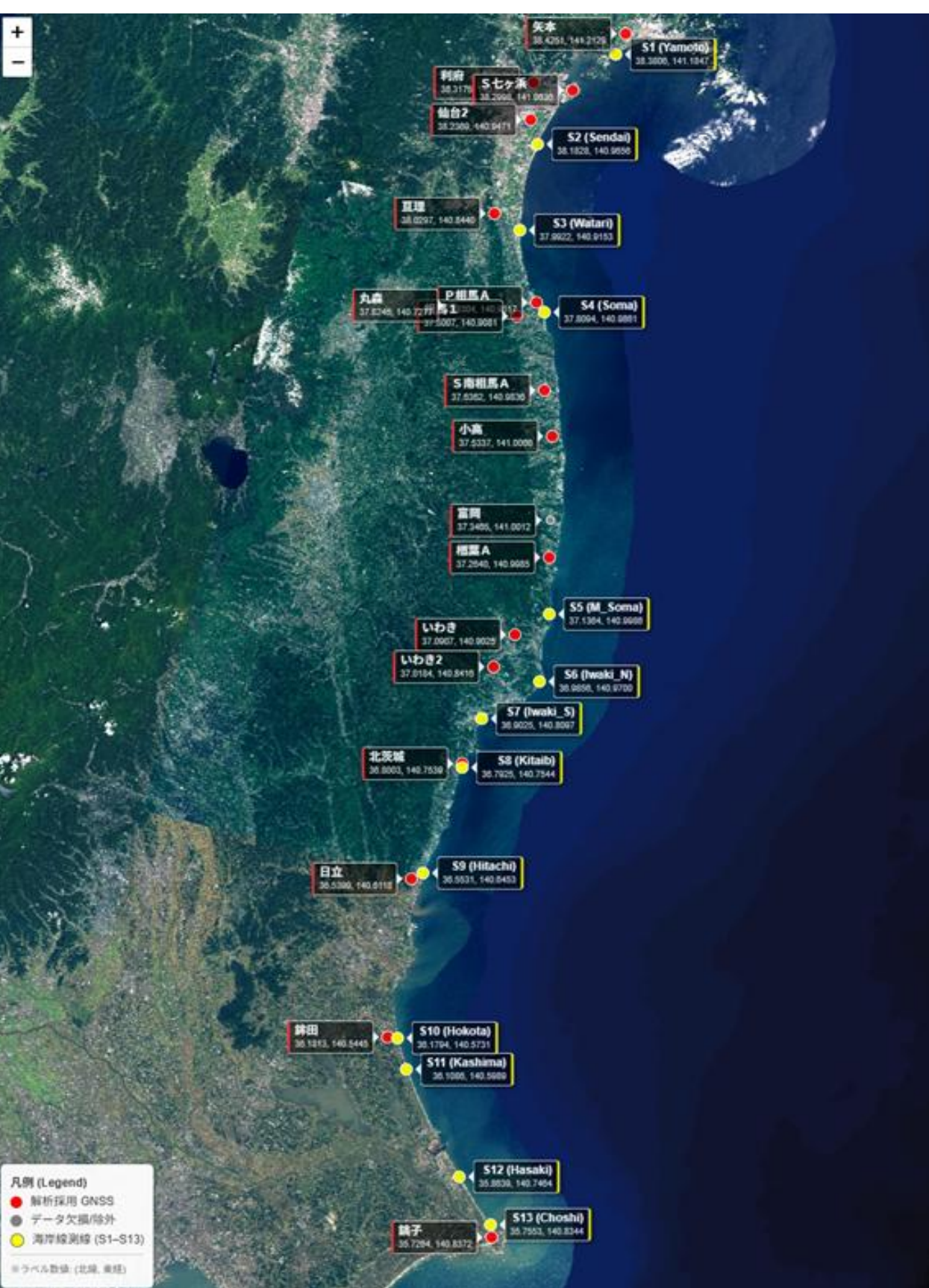
## －GNSS と CoastSat を統合による「S03パラドックス」の解明－



馮 霖 (Feng Lin)<sup>1</sup> 武若 聡 (Satoshi Takewaka)<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> 筑波大学 理工情報生命学術院  
構造エネルギー工学学位プログラム

### 1. 緒言

Mw 9.0 地震発生 → 著しい地盤沈下と隆起。  
理論 (Bruun則) : 隆起 → 汀線前進 (回復) はず。  
現実 : 隆起しているのに侵食する地点 (Paradox) がある。

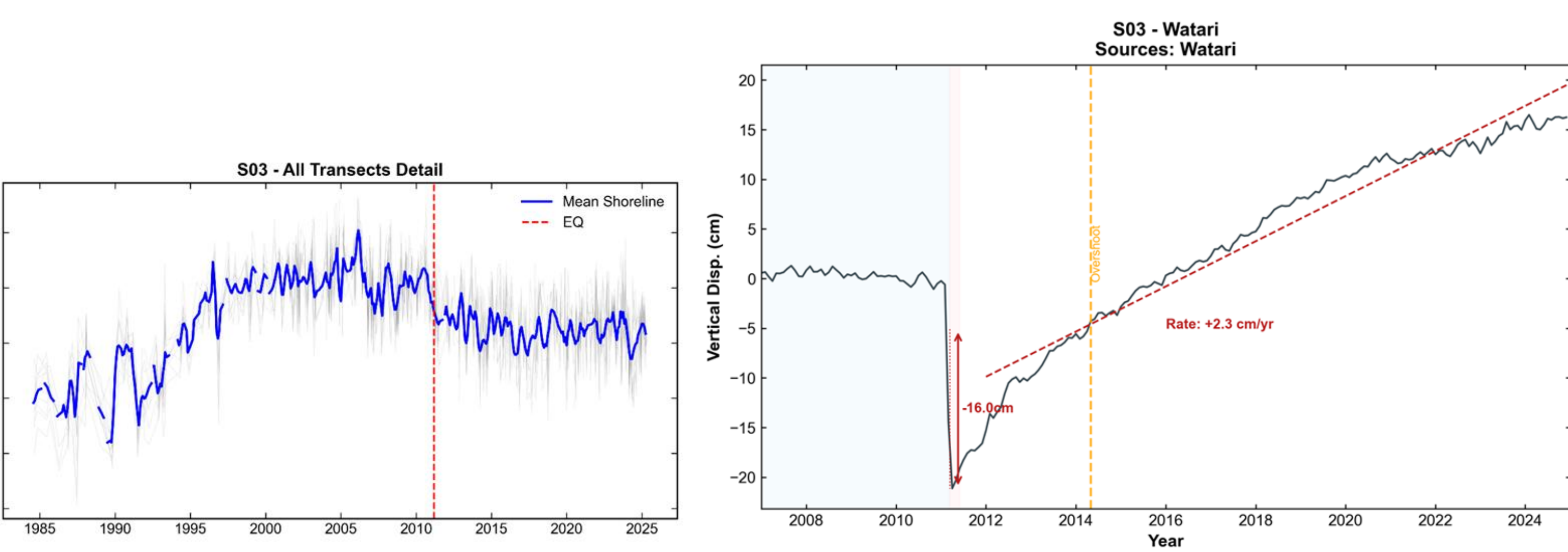


2011年東日本大震災直後の地盤変動分布図

仙台湾南部海岸の地理的位置と対象とする

### 2. データと解析手法

CoastSat による岸線時系列: 衛星画像から抽出した月平均岸線位置  
GNSS 観測データ: 沿岸域における鉛直地盤変位 (沈降回復) を使用  
空間対応処理: GNSS 観測点と沿岸区間を IDW により対応付け



$$\Delta X_{\text{coseis}} = \bar{X}_{\text{post}} - \bar{X}_{\text{pre}}$$

$$\Delta h_{\text{coseis}} = \bar{h}_{\text{post}} - \bar{h}_{\text{pre}}$$

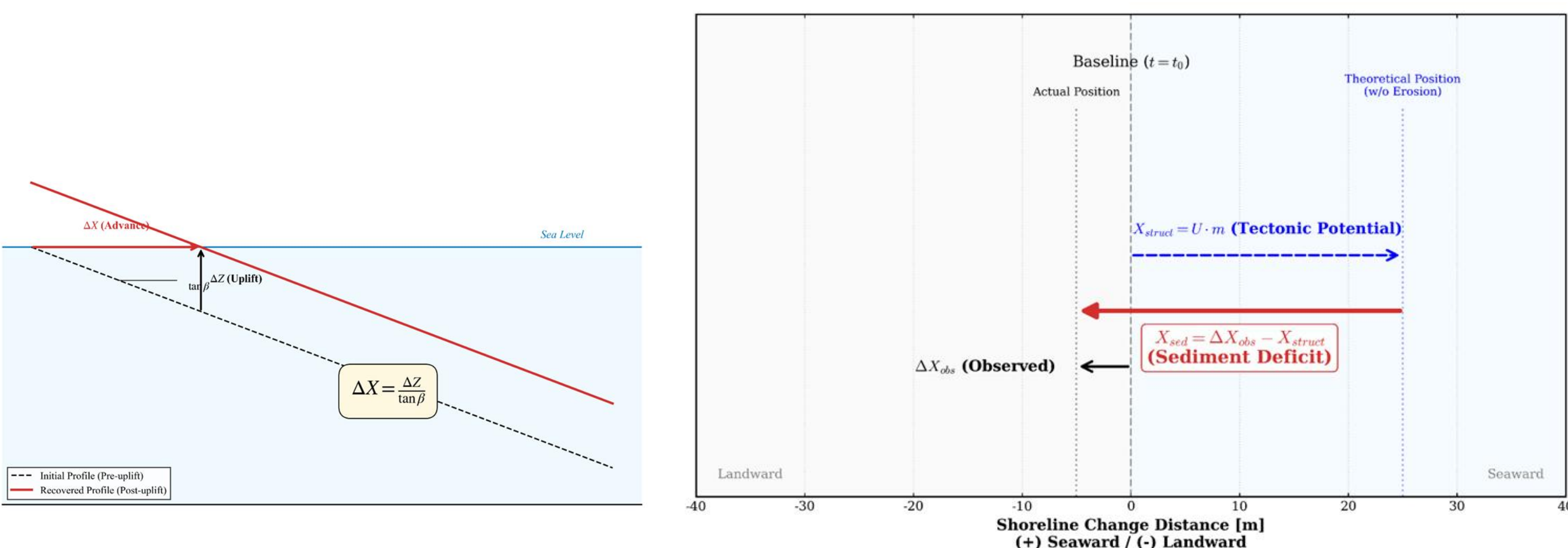
二変数幾何分解 (Bivariate Geometric Decomposition)

$$\Delta X_{\text{obs}}(t) = X_{\text{struct}}(t) + X_{\text{sed}}(t) + \epsilon(t)$$

(観測値) (地殻変動項) (土砂収支項)

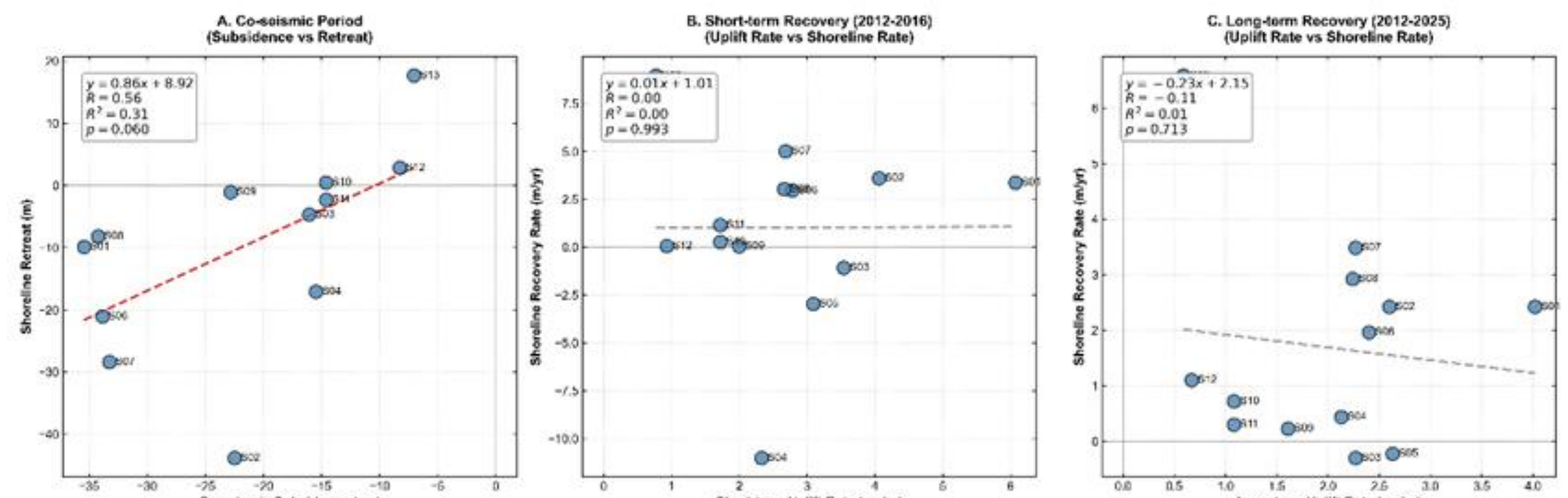
$$X_{\text{struct}}(t) = \frac{U(t)}{m}$$

$$X_{\text{sed}}(t) = \Delta X_{\text{obs}}(t) - X_{\text{struct}}(t) - \epsilon(t)$$



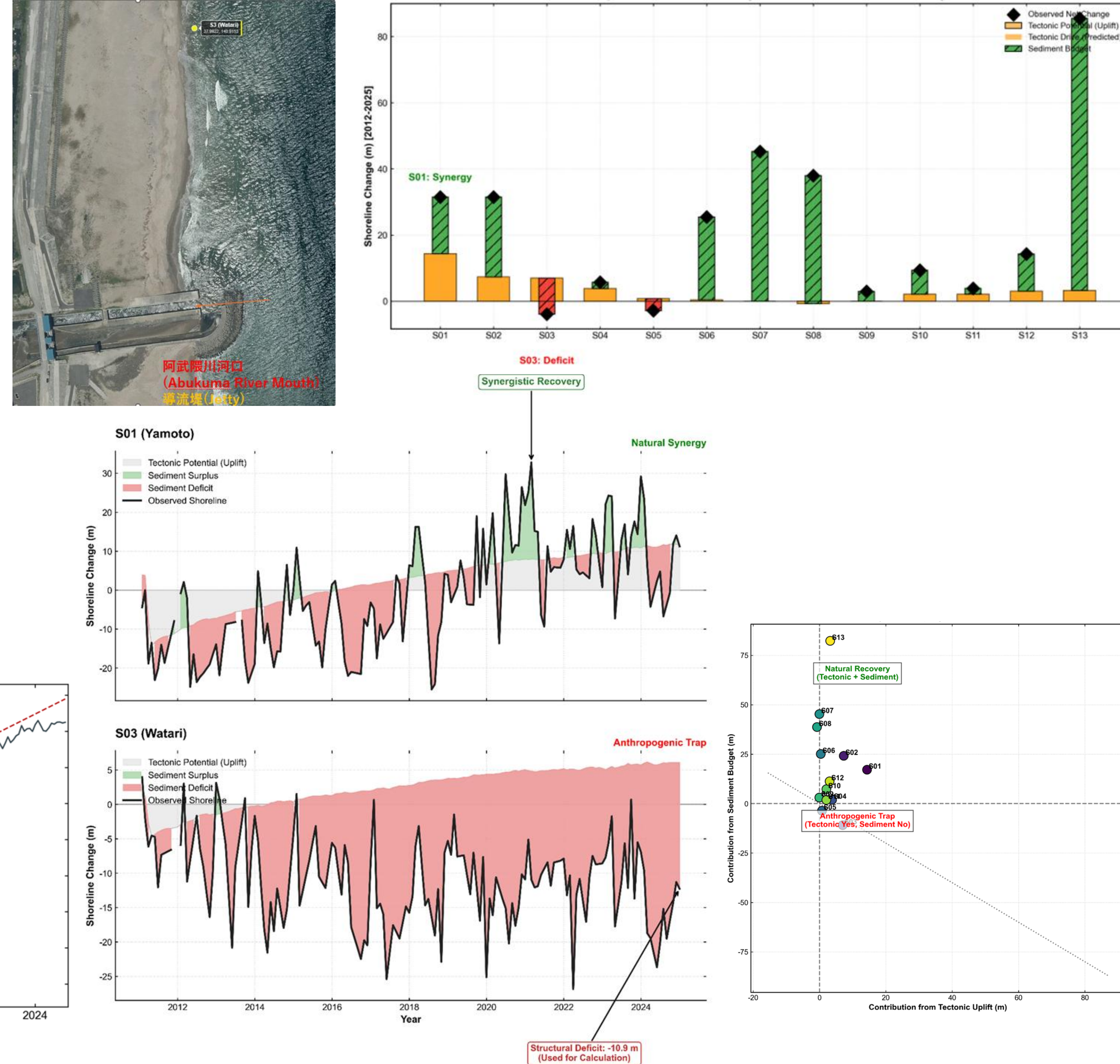
### 3. 結果

共震時の応答: 地盤沈下量 と汀線後退量 に高い正の相関を確認。幾何学的モデル (Bruun則) の整合性が確認された (物理的妥当性)。  
震後の回復 一方、余効隆起期間 (短期・長期) においては、明確な相関が見られない。震後の汀線挙動は、地盤隆起よりも局所的な漂砂収支に支配されている。

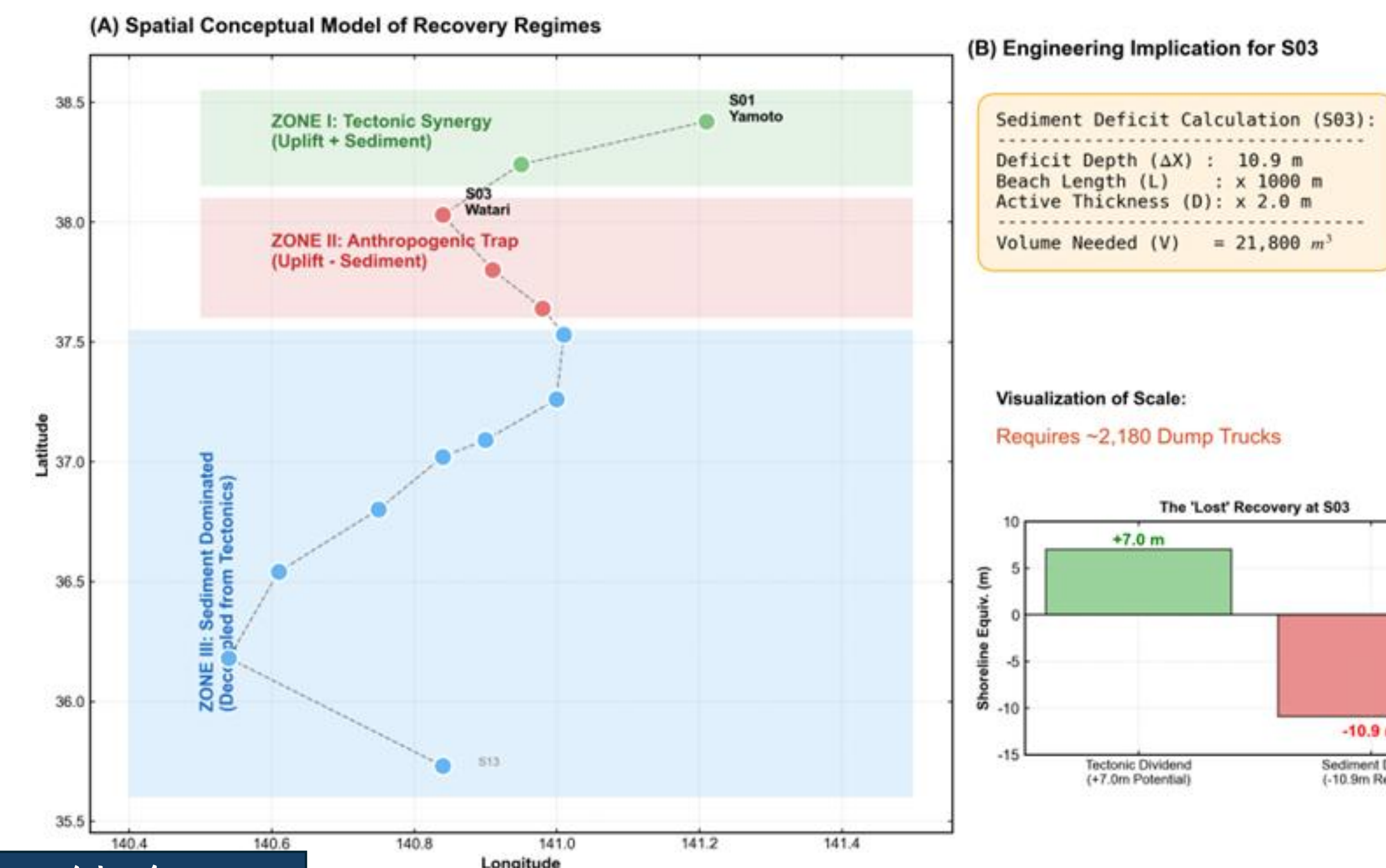


### 4. 考察

支配要因の転換: 発災直後は地殻変動が汀線応答を支配する一方、回復期においては土砂収支が支配的となる。  
S03 の土砂欠損: モデル解析により、S03 では構造物による漂砂遮断により 約 12.2 m の土砂欠損が生じ、隆起による回復効果を完全に相殺していることが示された。



地盤隆起による汀線変化のマスキング効果  
－ 自然海岸 (S01) と人為影響海岸 (S03) の比較 －



### 5. 結論

震共震時の応答: 地盤沈下量と汀線後退量の間には有意な正の相関が認められ、幾何学的応答が支配的であることが確認された。震後の回復: 一方、余効隆起期間においては明確な相関は見られず、汀線挙動は局所的な漂砂環境に強く依存している。特異点 S03: その最たる例が S03 地点である。最大級の隆起 (+29 cm) を示すにもかかわらず、実際には -10.9 m の深刻な侵食が進行している。