

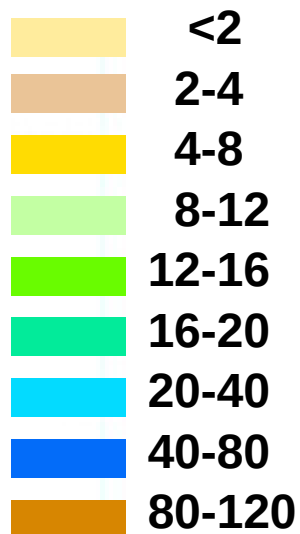
航空レーザー測距法による森林 地上部・地下部全炭素収支の解明

愛媛大農学部
末田達彦



ユーコン 温暖化
凍土融解

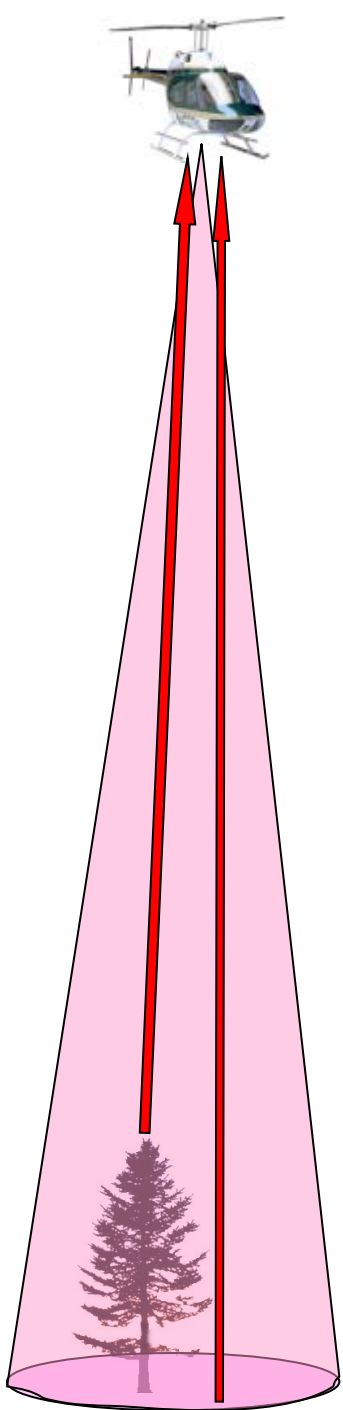
SOC (kg/m²)



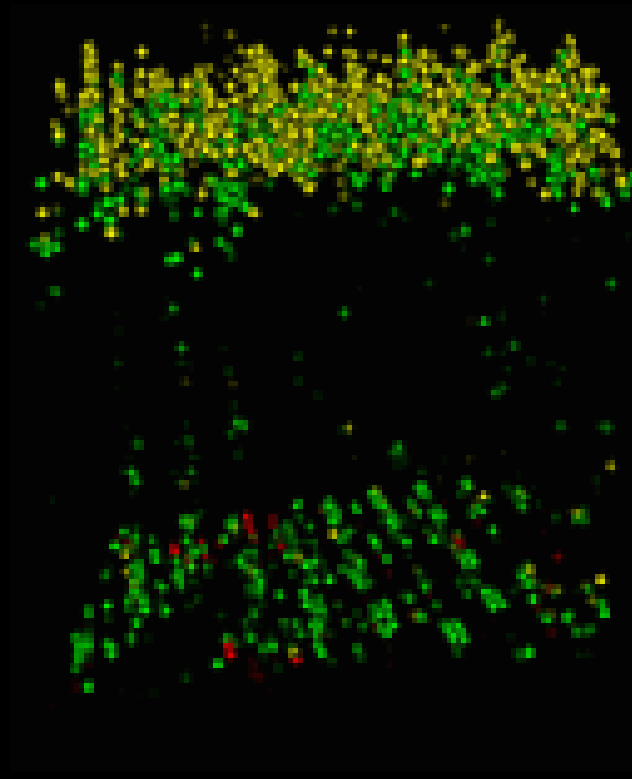
カリマンタン

農地開発
排水

土壌炭素蓄積分布 / 調査対象

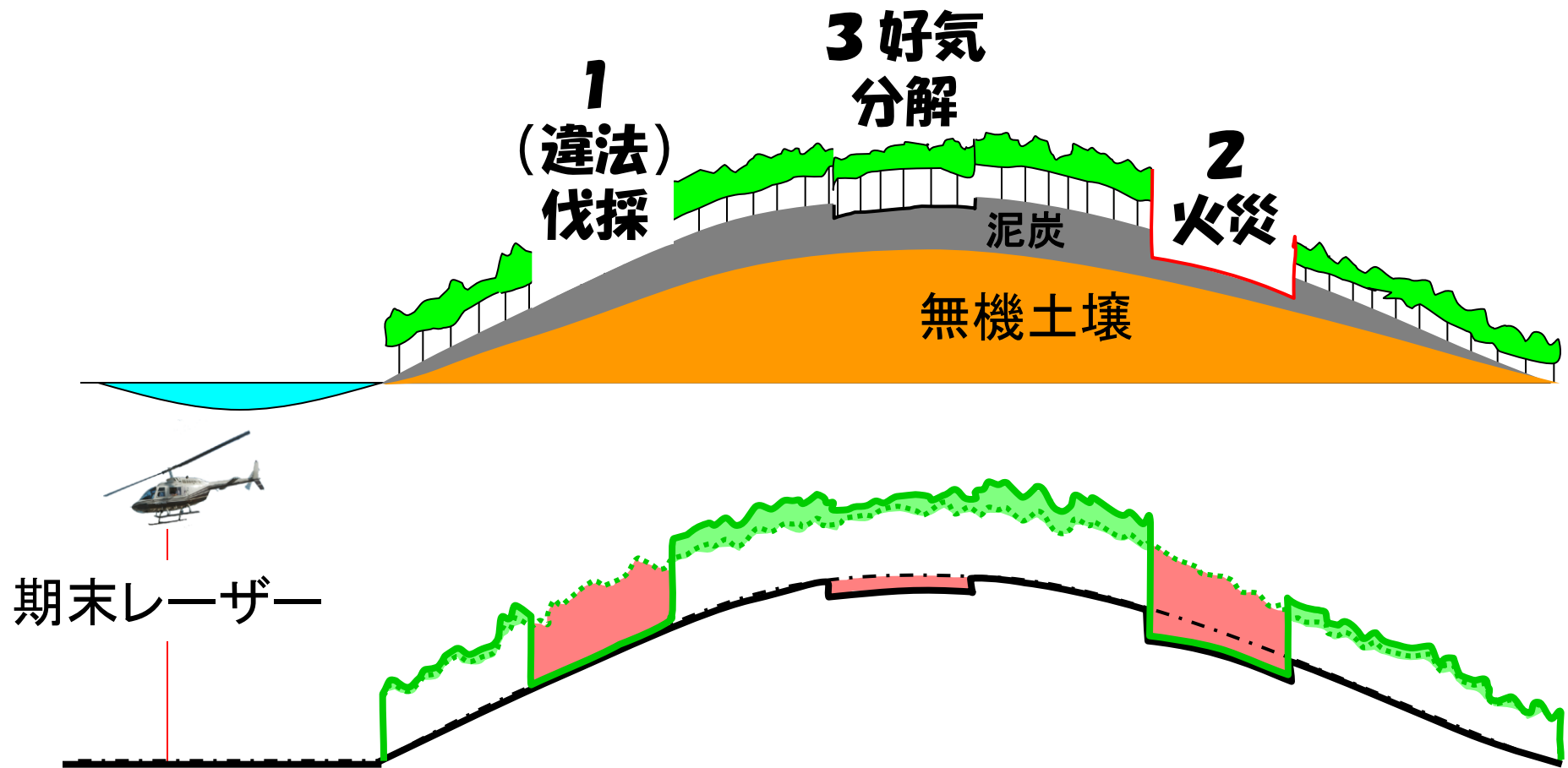


Airborne Laser Altimetry



X y z

Long.	Lat.	Elev.(m)
-113.608	53.780	686.04
-113.608	53.780	686.04
-113.608	53.780	686.03
-113.608	53.780	686.02
-113.608	53.780	686.02
-113.608	53.780	686.01
-113.608	53.780	686.00
-113.608	53.780	686.00
-113.608	53.780	685.91
-113.608	53.780	685.80
-113.607	53.780	685.70
-113.607	53.780	685.60
-113.607	53.780	685.50
-113.607	53.780	685.40
-113.607	53.780	685.29
-113.607	53.780	685.19
-113.607	53.780	685.09
-113.607	53.780	684.99
-113.607	53.780	684.89
-113.607	53.780	684.79
-113.607	53.780	684.70
-113.607	53.781	684.60
-113.607	53.781	684.50
-113.607	53.781	684.40
-113.607	53.781	684.30
-113.607	53.781	684.20
-113.607	53.781	684.11
-113.607	53.781	684.04
-113.607	53.781	684.05

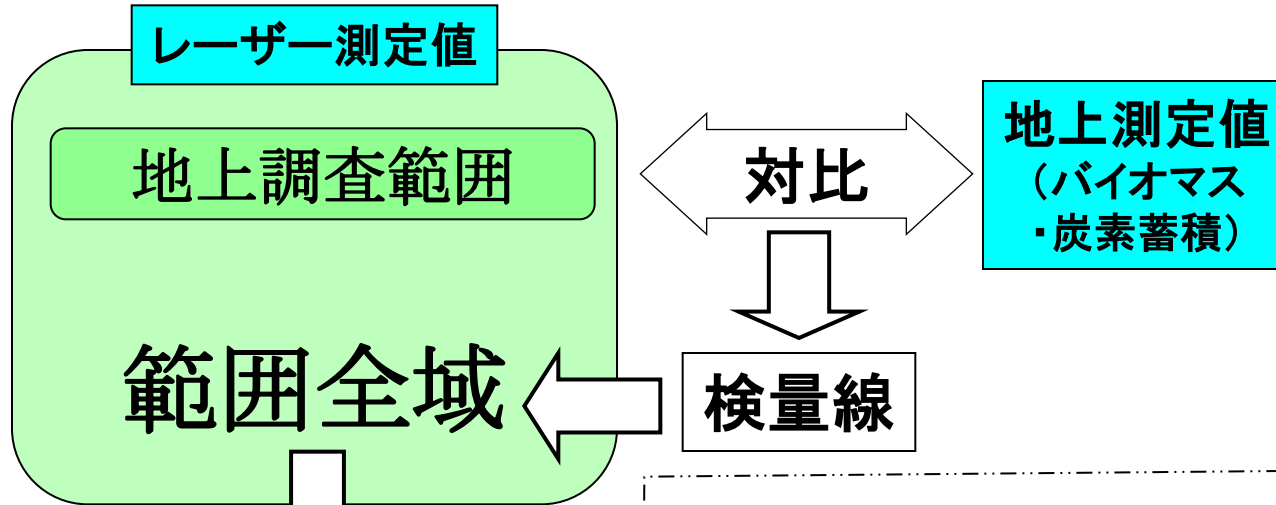


$$\text{全炭素収支} = \boxed{\text{吸収}} - \boxed{\text{排出}}$$

方 法

組織・分担

サブテーマ1: 航空レーザー測距法による森林全炭素収支の解明



航空レーザー 愛媛大

- 森林地上部
 - ・ 末田達彦
 - ・ 都築隼人
- 泥炭
 - ・ 二宮生夫
 - ・ 嶋村鉄也

森林炭素蓄積・収支

炭素収支将来予測

社会システム
調査・観察

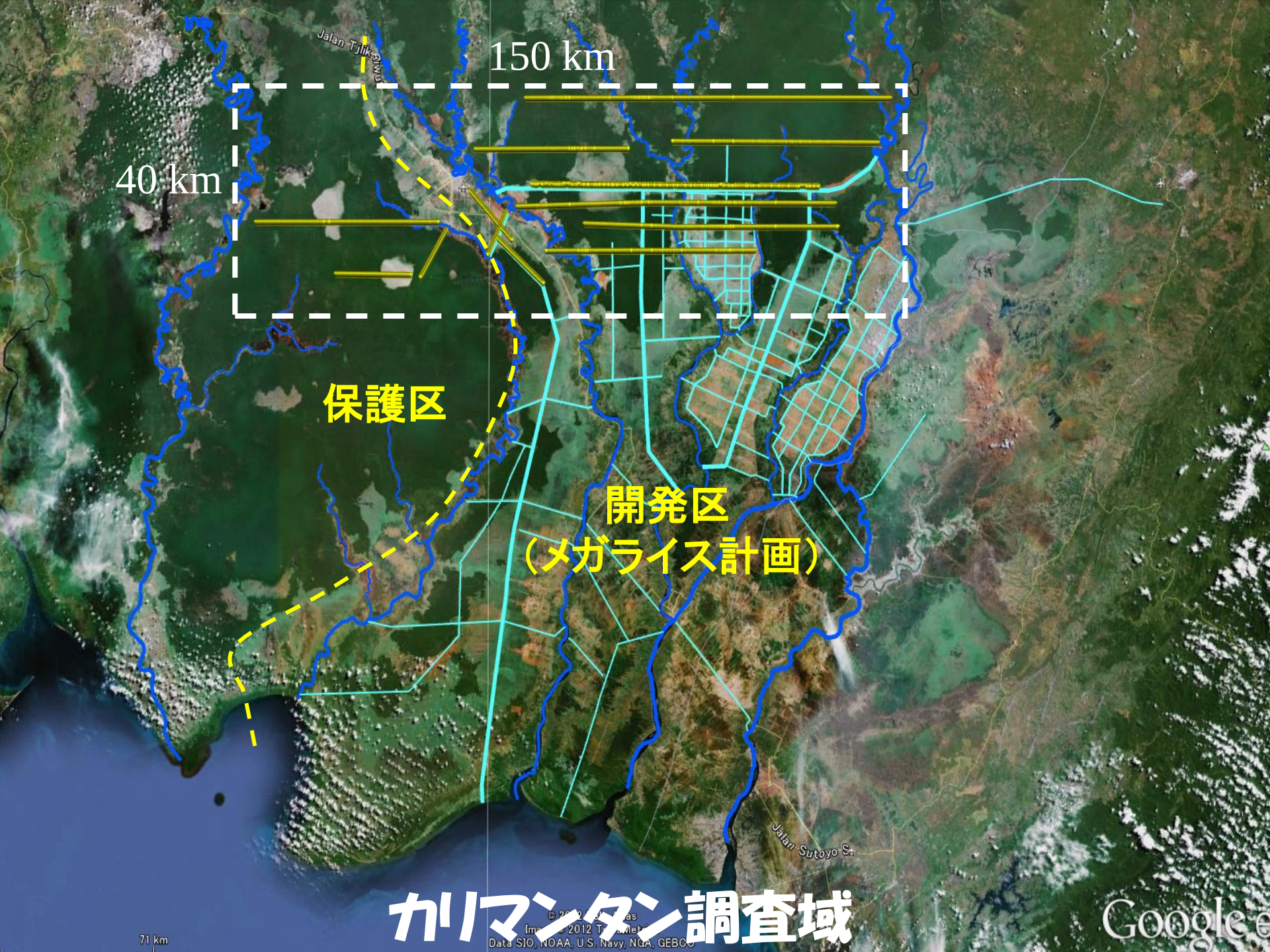
対比

低炭素社会の森林管理・森林政策

森林管理・政策

早稲田大
・ 天野正博

サブテーマ2: 低炭素世界における森林管理・森林政策への反映



40 km

150 km

保護区

開発区
(メガリス計画)

カマンタン調査域

71 km

© 2012 Google
Imagery © 2012 TerraMetrics
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

Google

幹線排水路



末端排水路



排水路 4000 km



火災

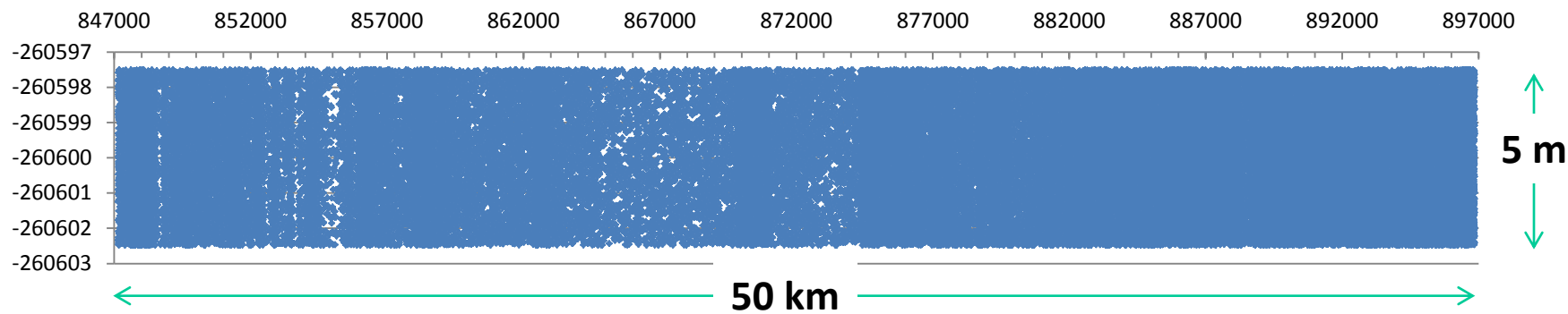
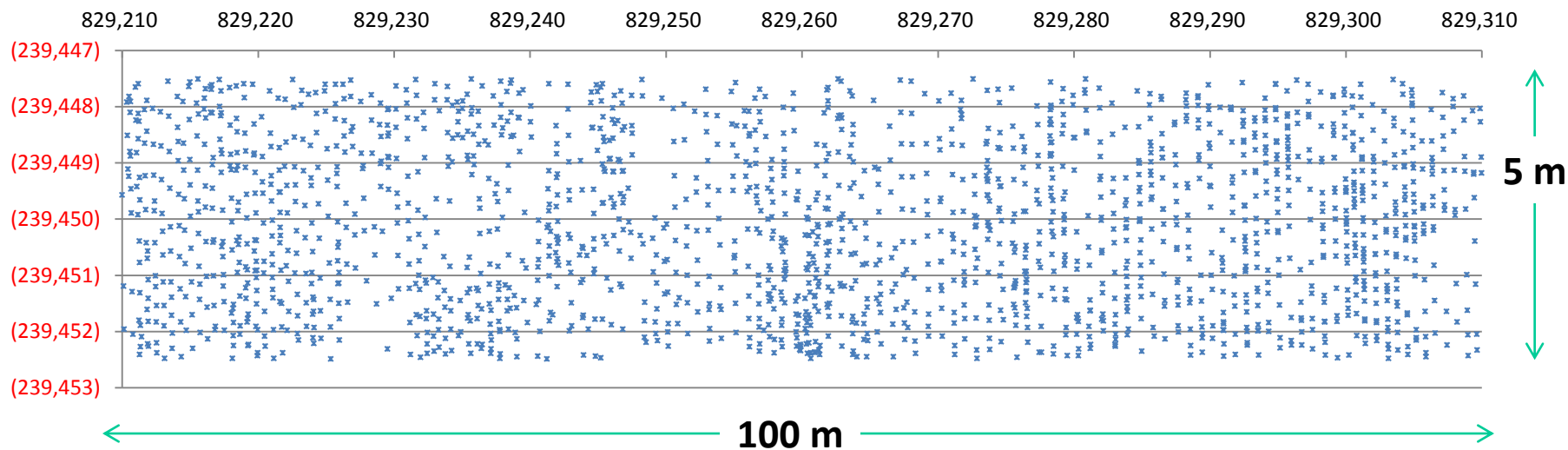


泥炭の好気分解



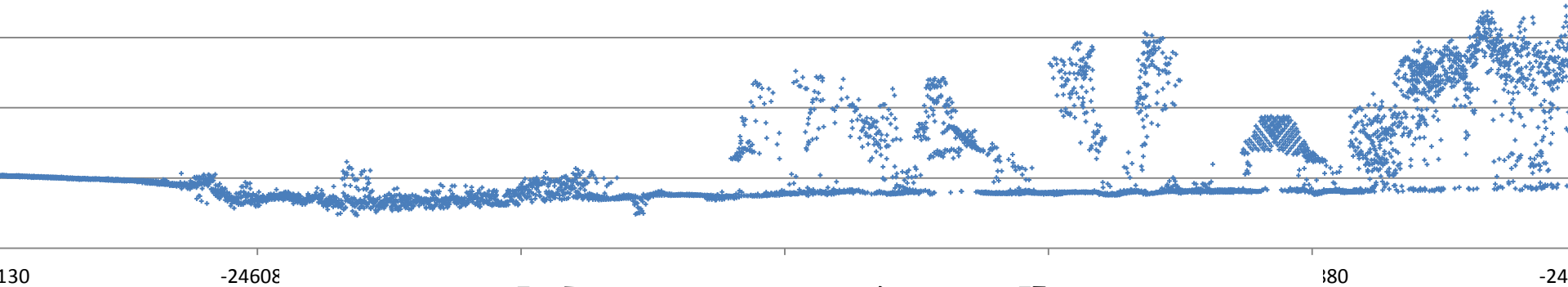
レーザー測距儀

航空レーザー測定

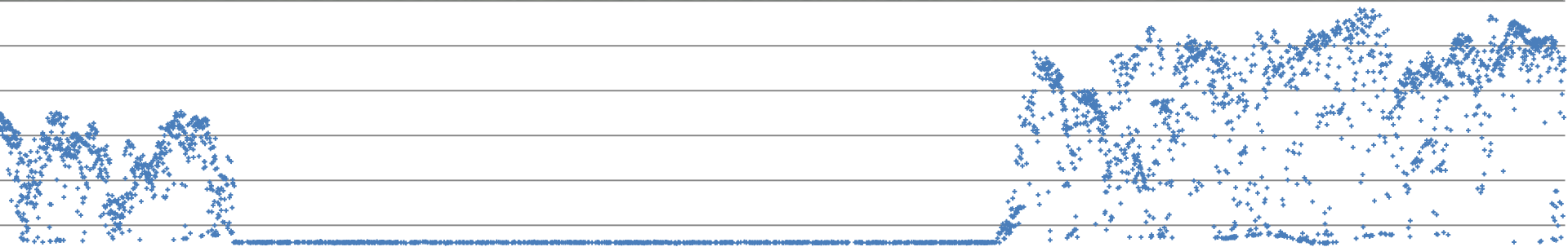


測点: 10億点
測点密度: 2 点/m²

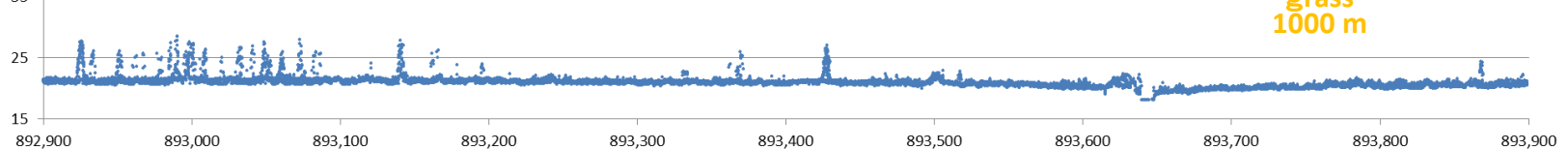
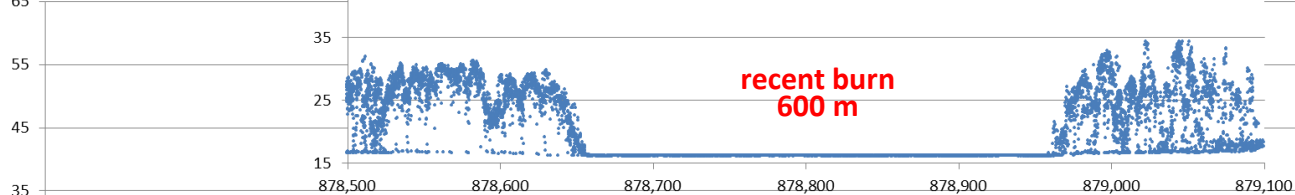
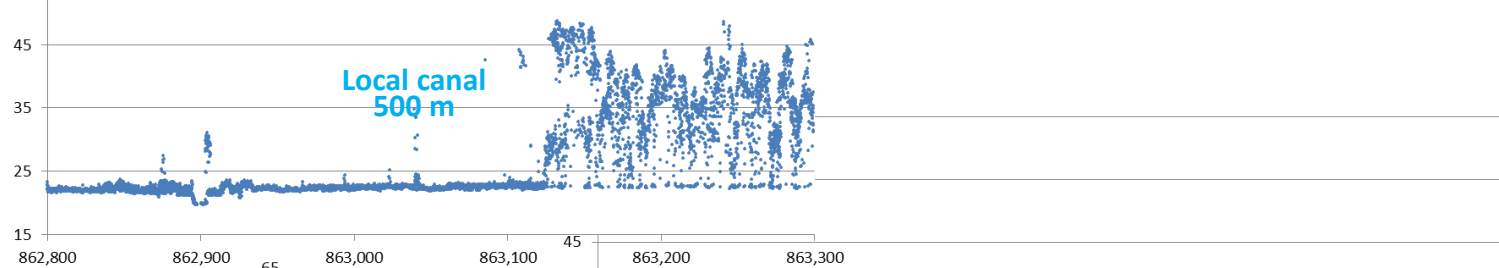
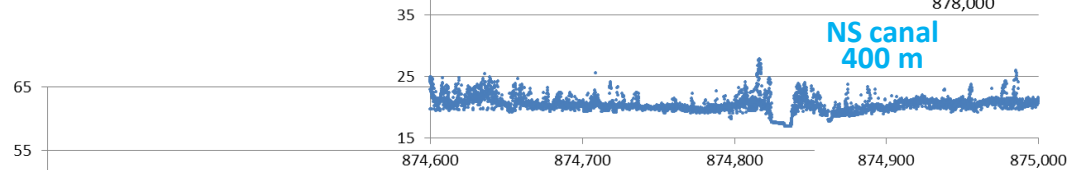
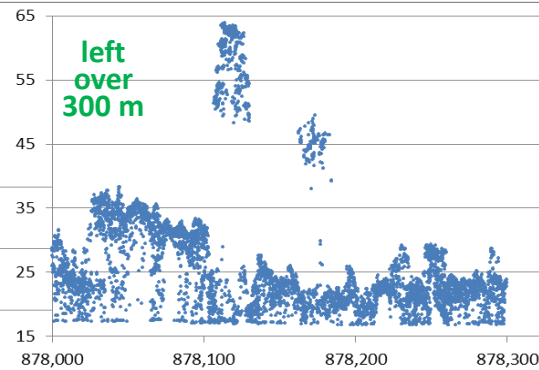
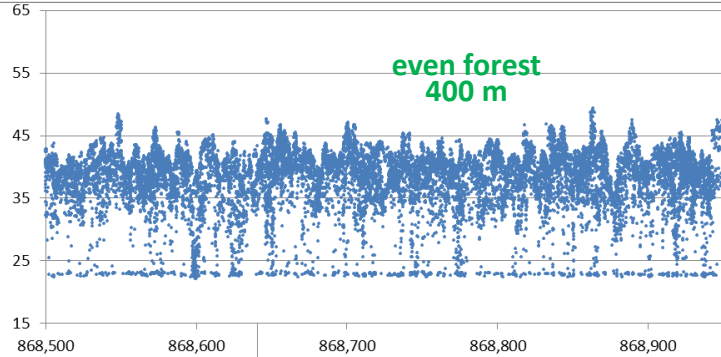
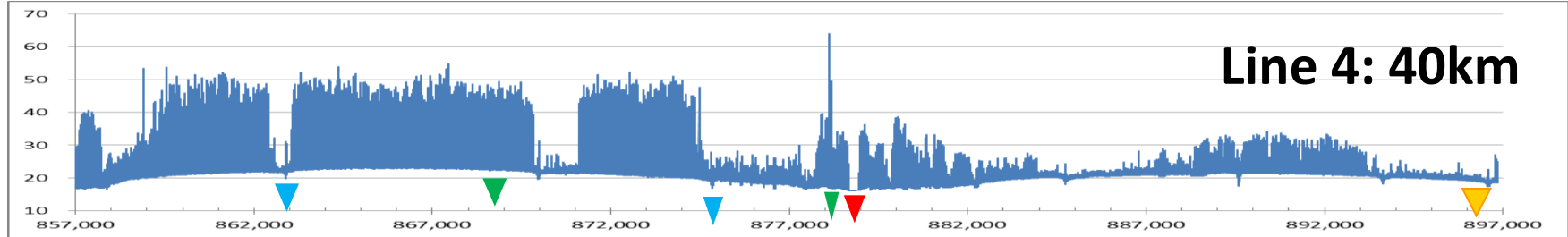
測点水平分布

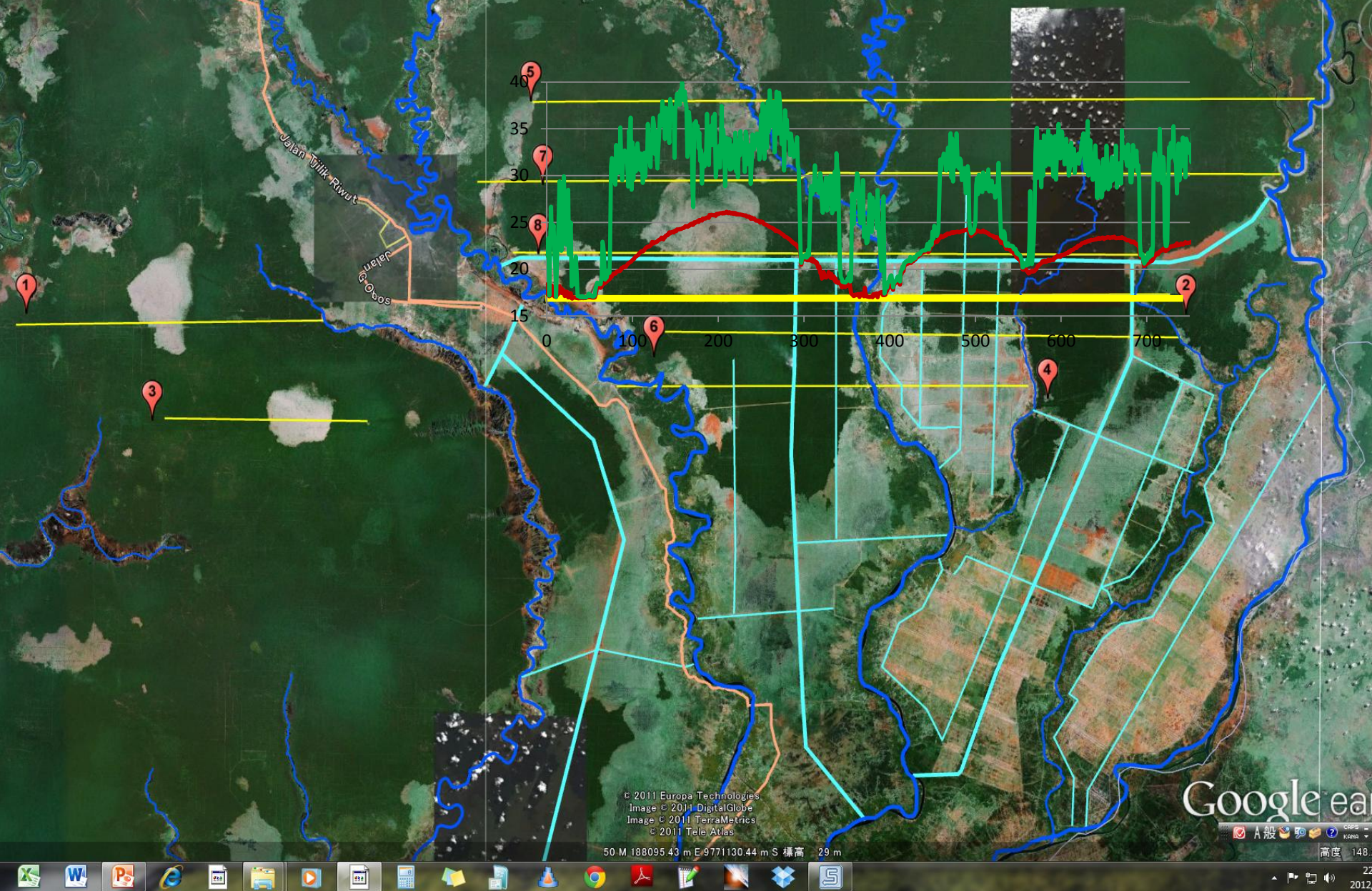


測点鉛直分布：農地

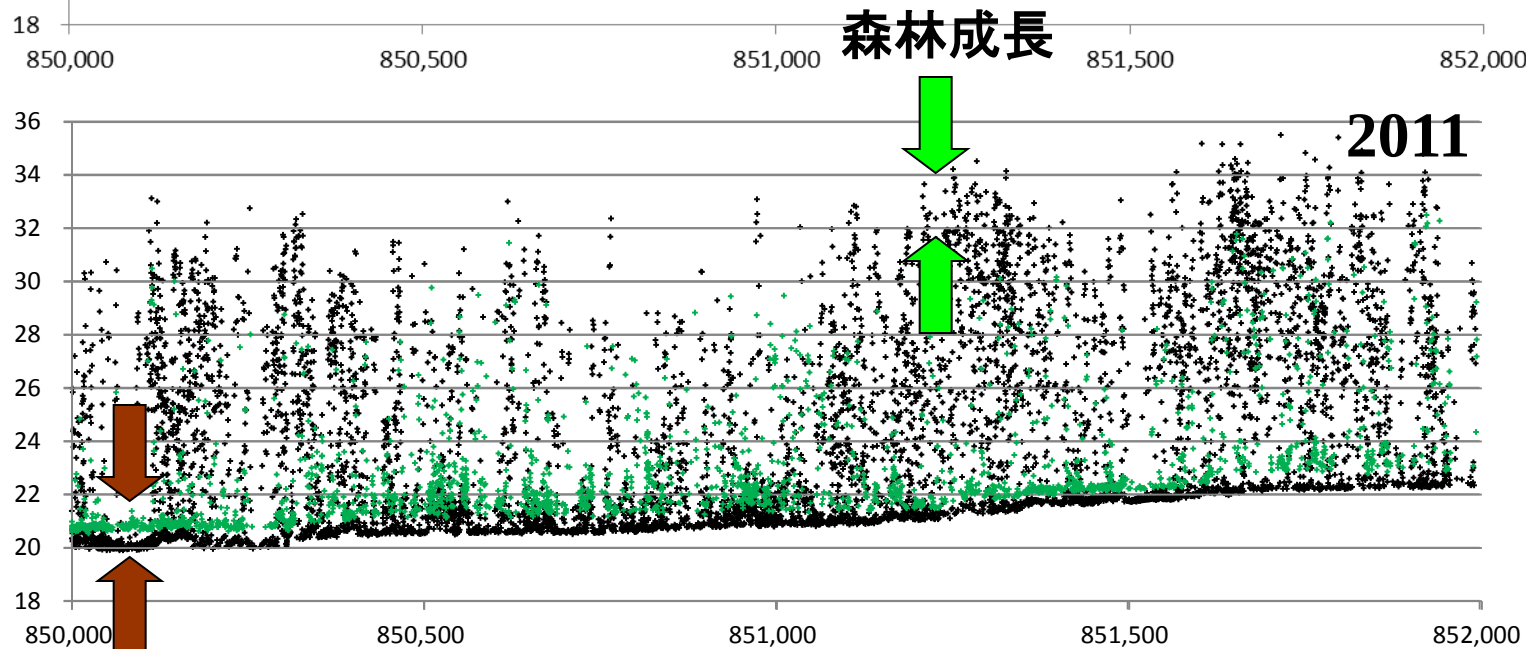
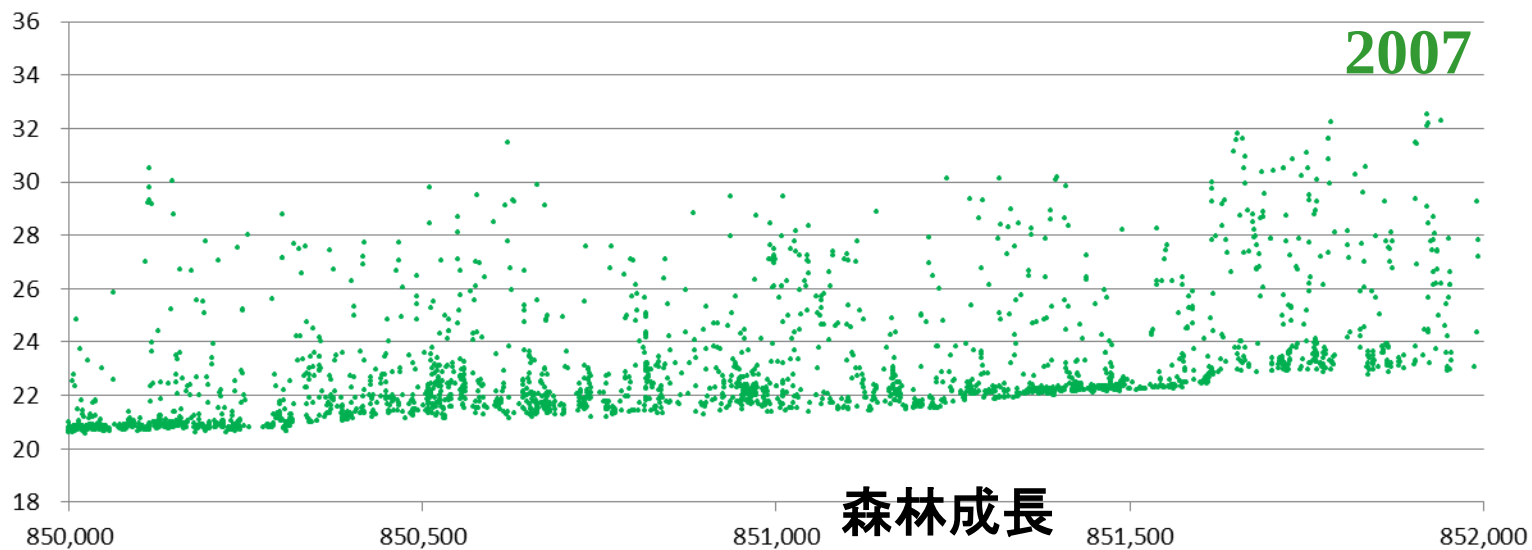


測点鉛直分布：森林・火災跡地





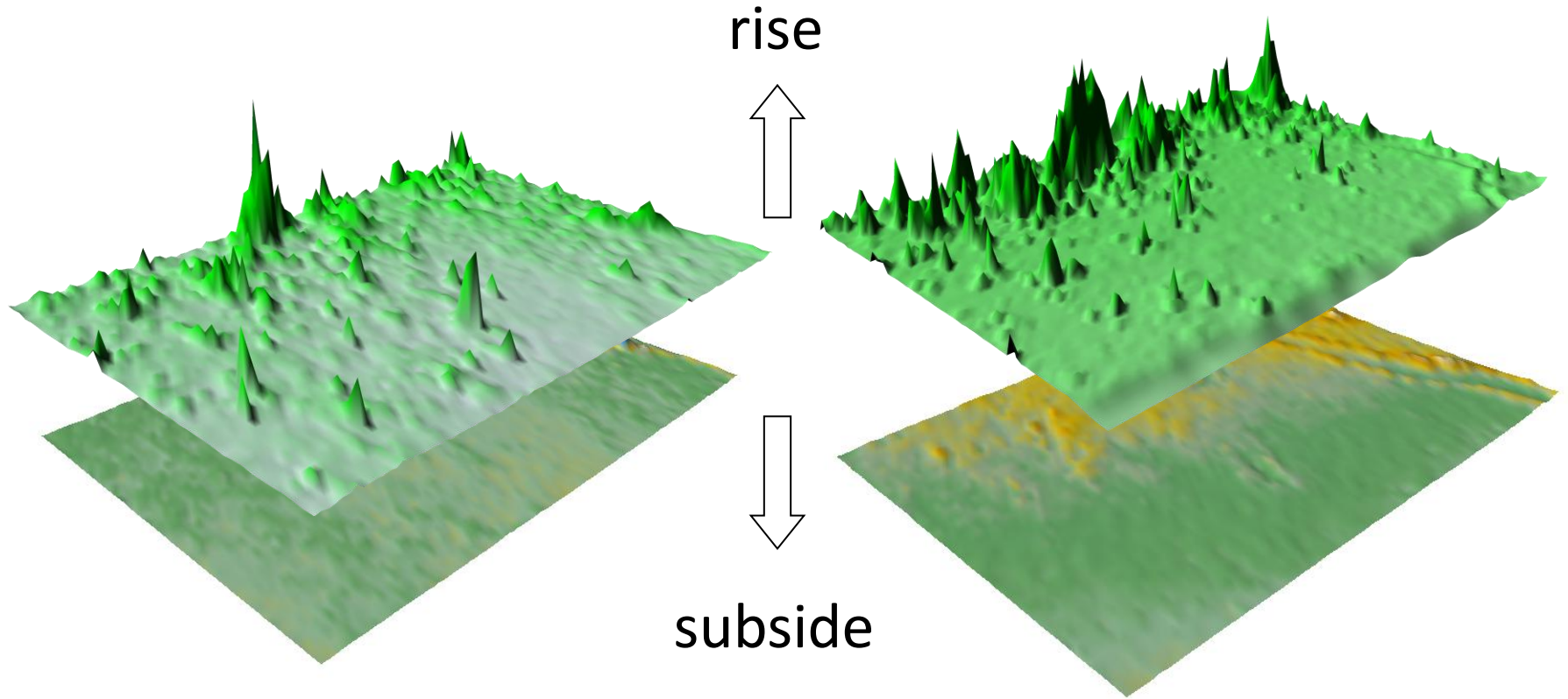
測線2 縦断形状:泥炭ドーム



地下部・地上部炭素収支

2007

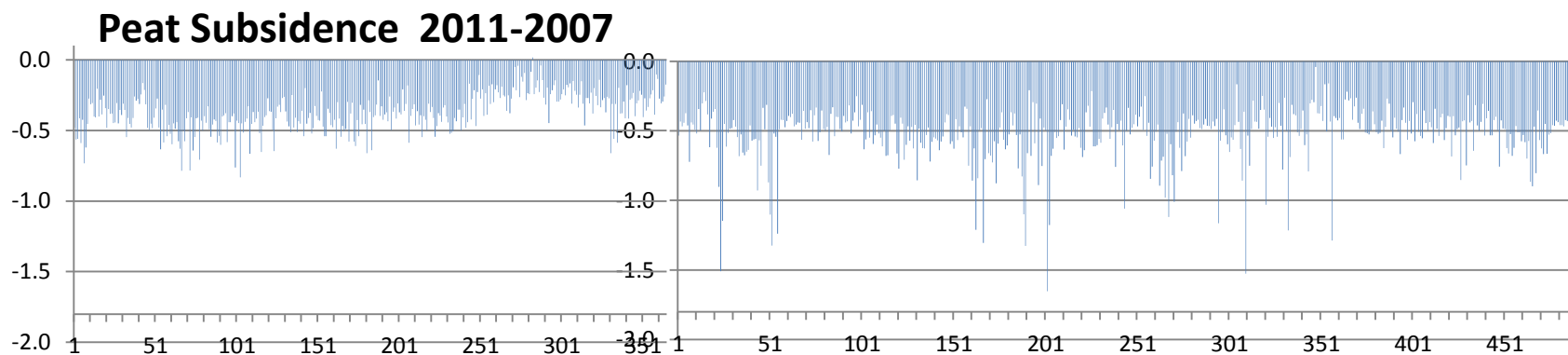
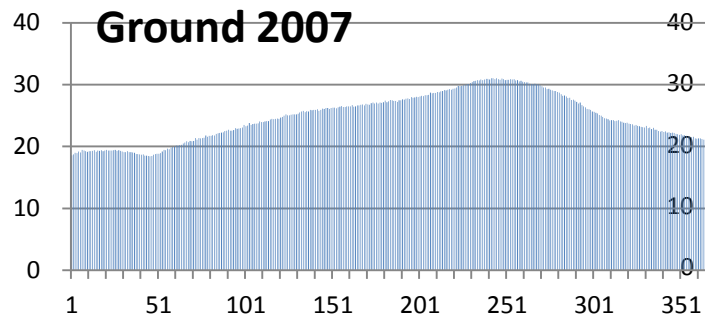
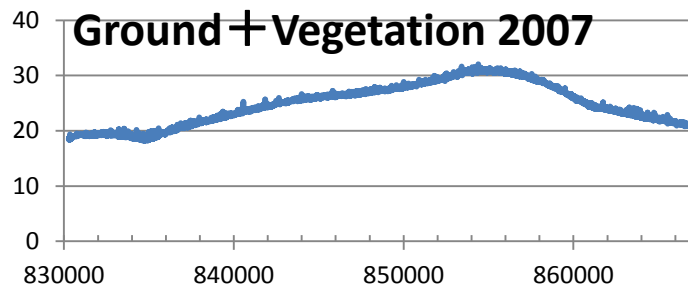
2011



3-D Change Detection



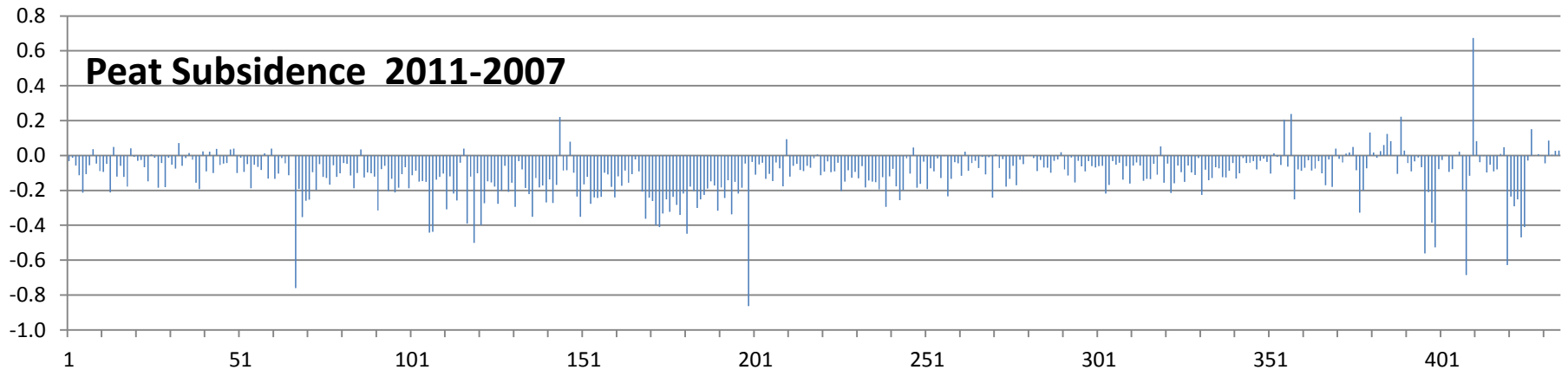
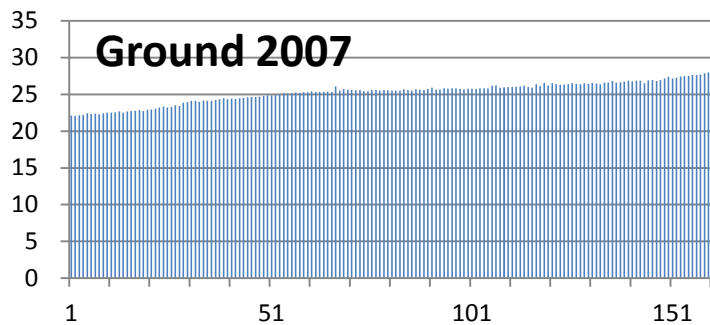
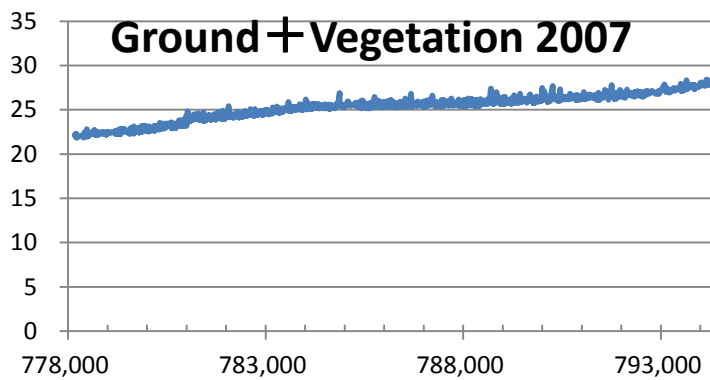
2. 地下部炭素収支



West: Length 36.4 km
Mean Level 24.78m ('07) : 24.41m ('11)
Subsidence 37cm

East: 49.0 km
25.40m ('07) : 24.87m ('11)
53cm

Line 7 (開発区) 2007-2011 Subsidence



Total Length 43.4 km、Mean Level 24.04m ('07) : 23.93m ('11)、Subsidence 11cm

Line 1 (保全区) 2007-2011 Subsidence



泥炭ボーリング

2011/9/13 17:37

Jalan Tjilik Riwut

Obos
tejer

-0.3

-0.3

-0.3

Protected

Developed

泥炭沉下量分布

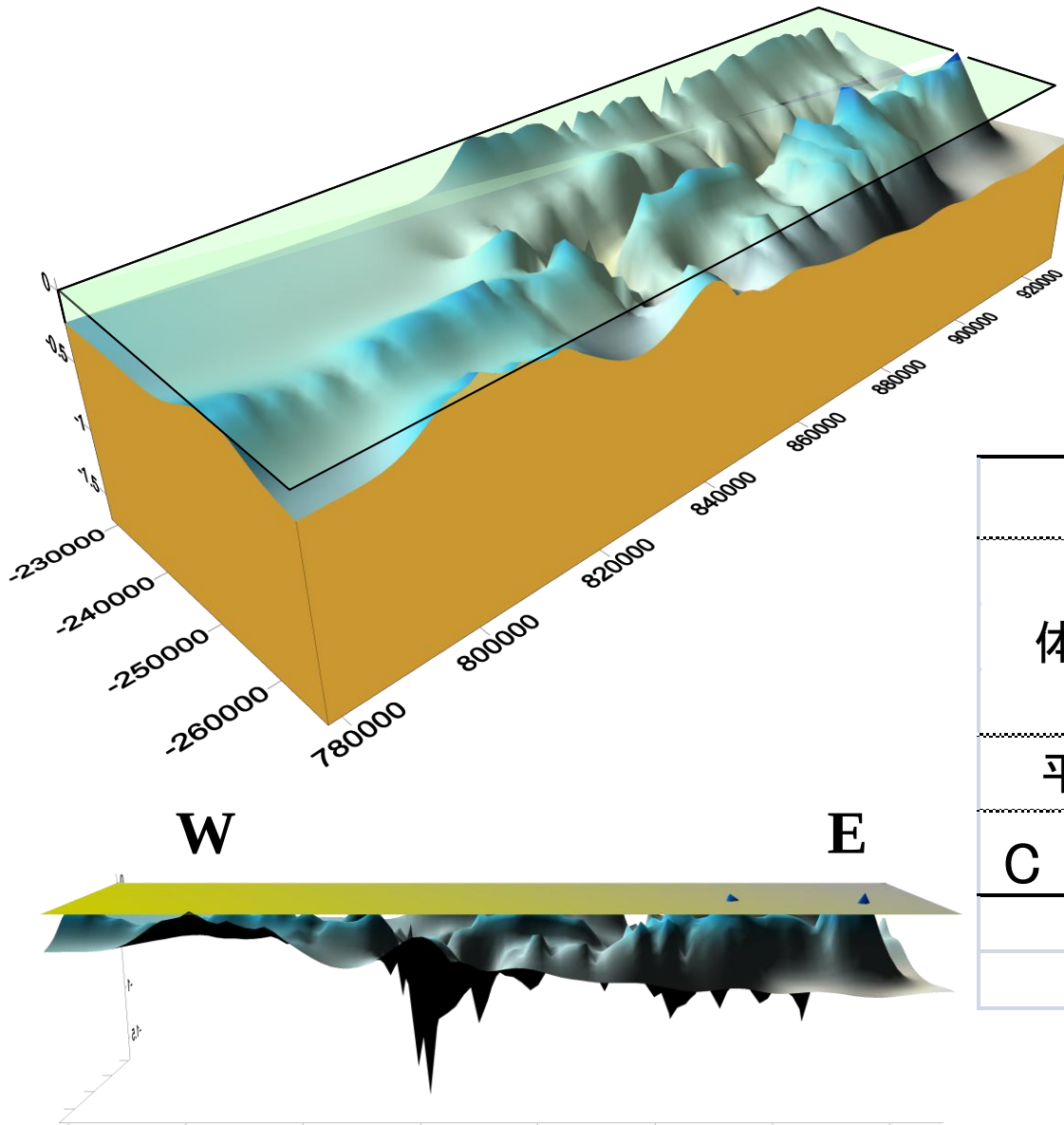
35 km

49 M 806749.95 m E 9756440.46 m S 標高 27 m

Google e



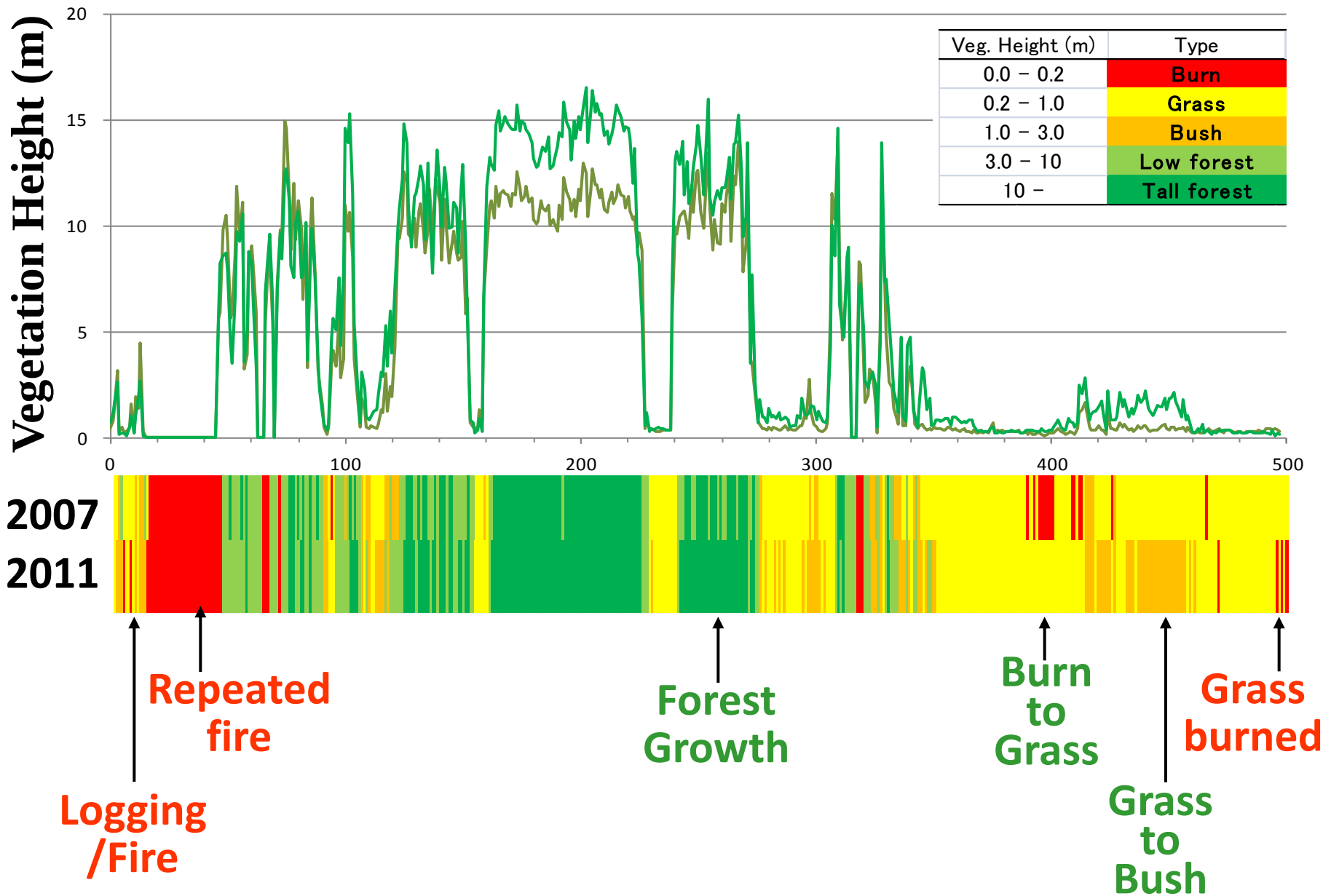
Main Primary Canal, Balito Intake



面積 (km ²)		5,811	
体積 (km ³)	隆起	0.005	0.2%
	沈下	1.968	99.8%
	正味	-1.963	100.0%
平均沈下量 (cm)		33.78	
C 排出 (t/ha/y)*		46.87	
* bulk density (g/cm ³)		0.111	
C content (%)		50	IPCC

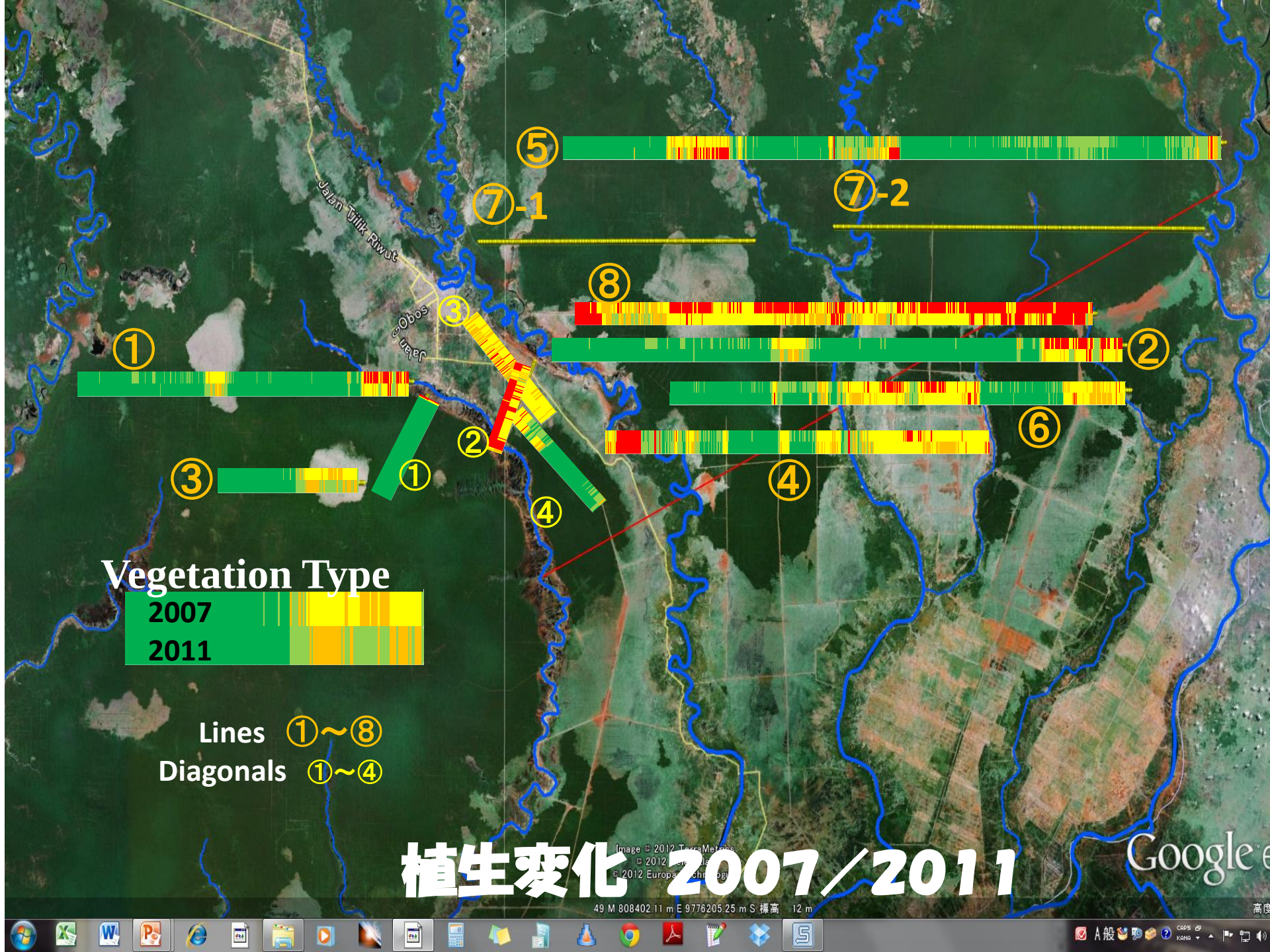
泥炭からの炭素排出

(Lines 2, 6 amended, Parallels 1,3,6,7 added to Line 8)



植生変化

Line 4



Jalan Tirik Rivut
eObos
Jabur

Vegetation Type

2007
2011

Lines ①~⑧
Diagonals ①~④

植生変化 2007/2011

Google Earth

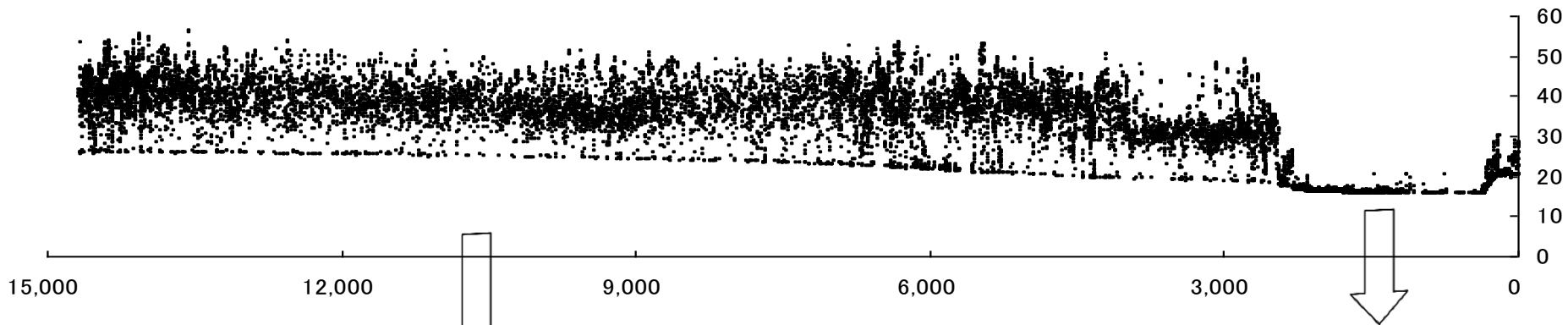
植生遷移 Matrix & Trend

2011

2007

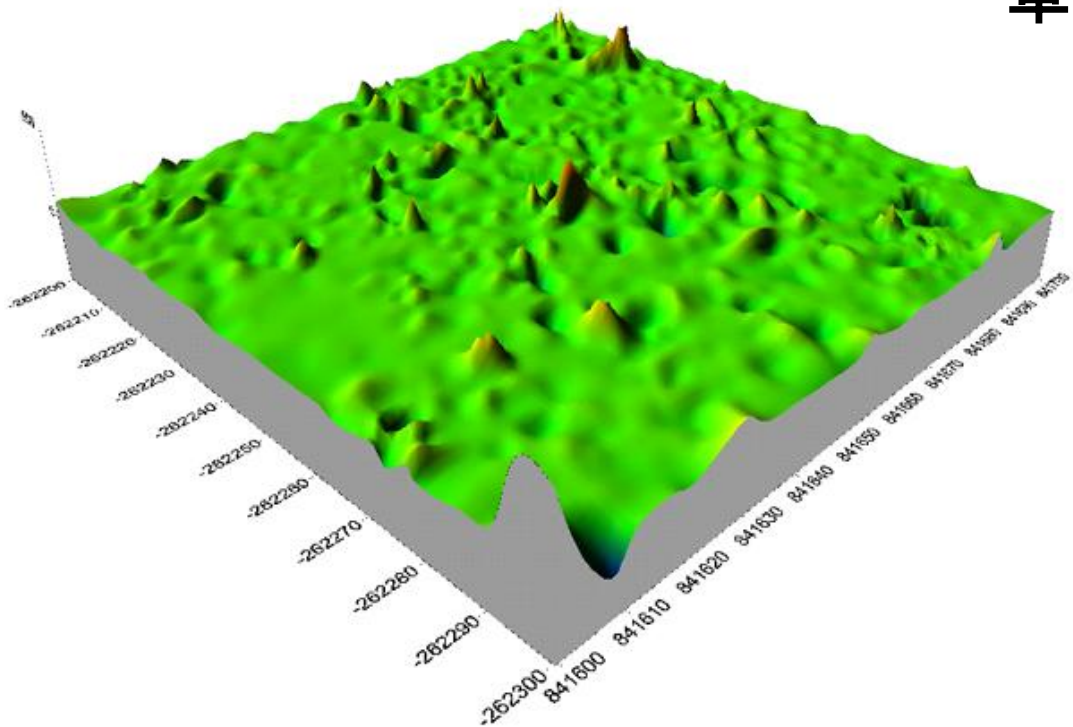
	B	G	S	L	T	T'I		
B	213	432	36	6	1	688	5,387	13%
G	50	471	271	60	4	856		16%
S	11	37	100	94	8	250		5%
L	7	16	32	397	512	964		18%
T	69	169	112	221	2,058	2,629		49%
T'I	350	1,125	551	778	2,583	3,239		
	5,387						5,387	
	6%	21%	10%	14%	48%			100%

No Change	3,239	60%
Improving	1,424	26%
Retarding	724	13%



森林

草地



灌木

航空レーザーで見た植生空間構造

サンプル木 器官別 アロメトリー式 27科50属263本

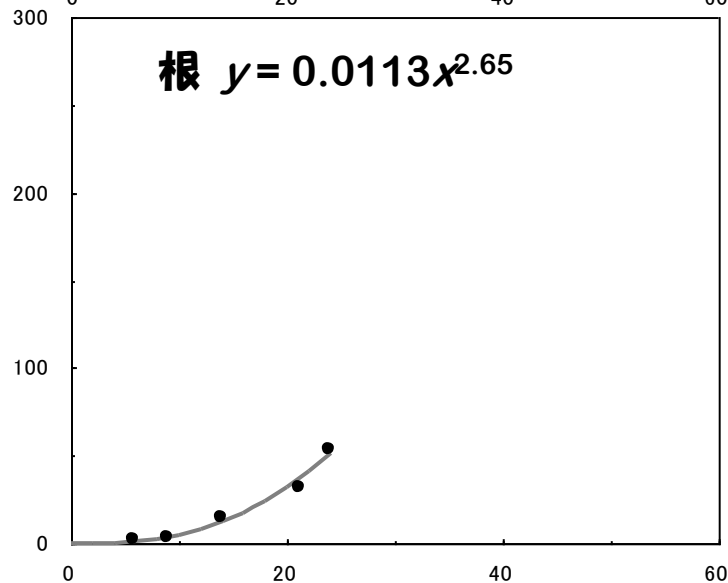
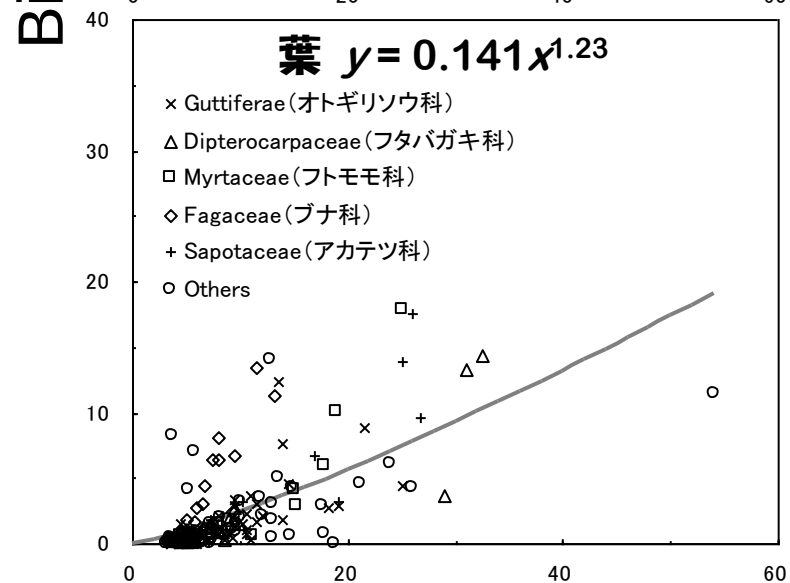
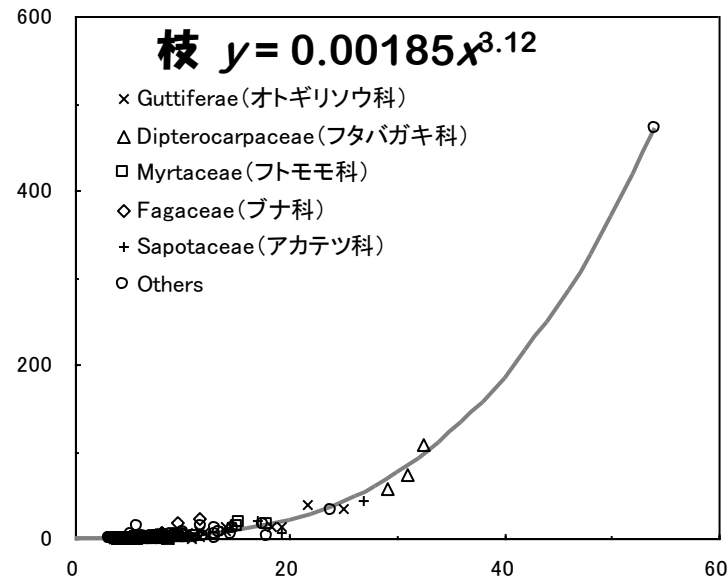
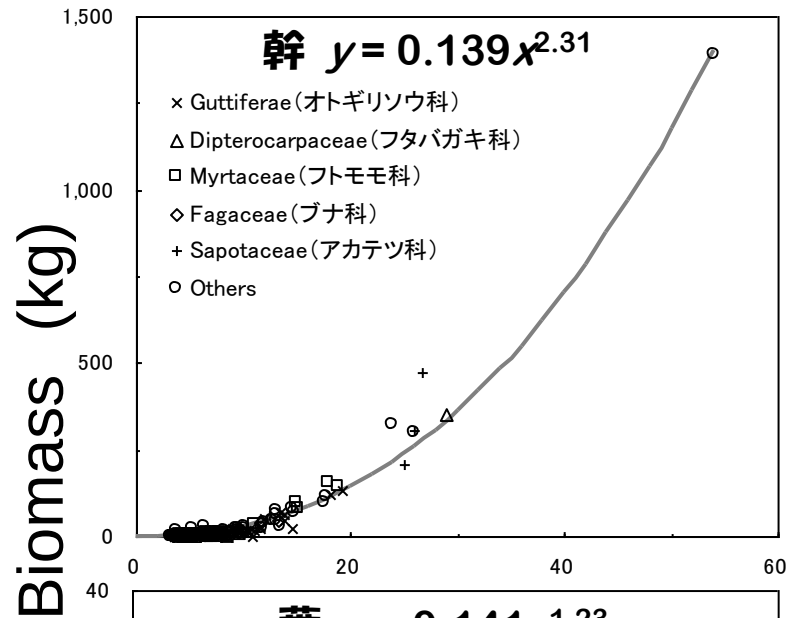


幹 幹材積 $\times$ 容積密度 $= w_S = f_S(dbh)$

枝 生枝重 $\times$ 生乾重量比 $= w_B = f_B(dbh)$

葉 生葉重 $\times$ 生乾重量比 $= w_L = f_L(dbh)$

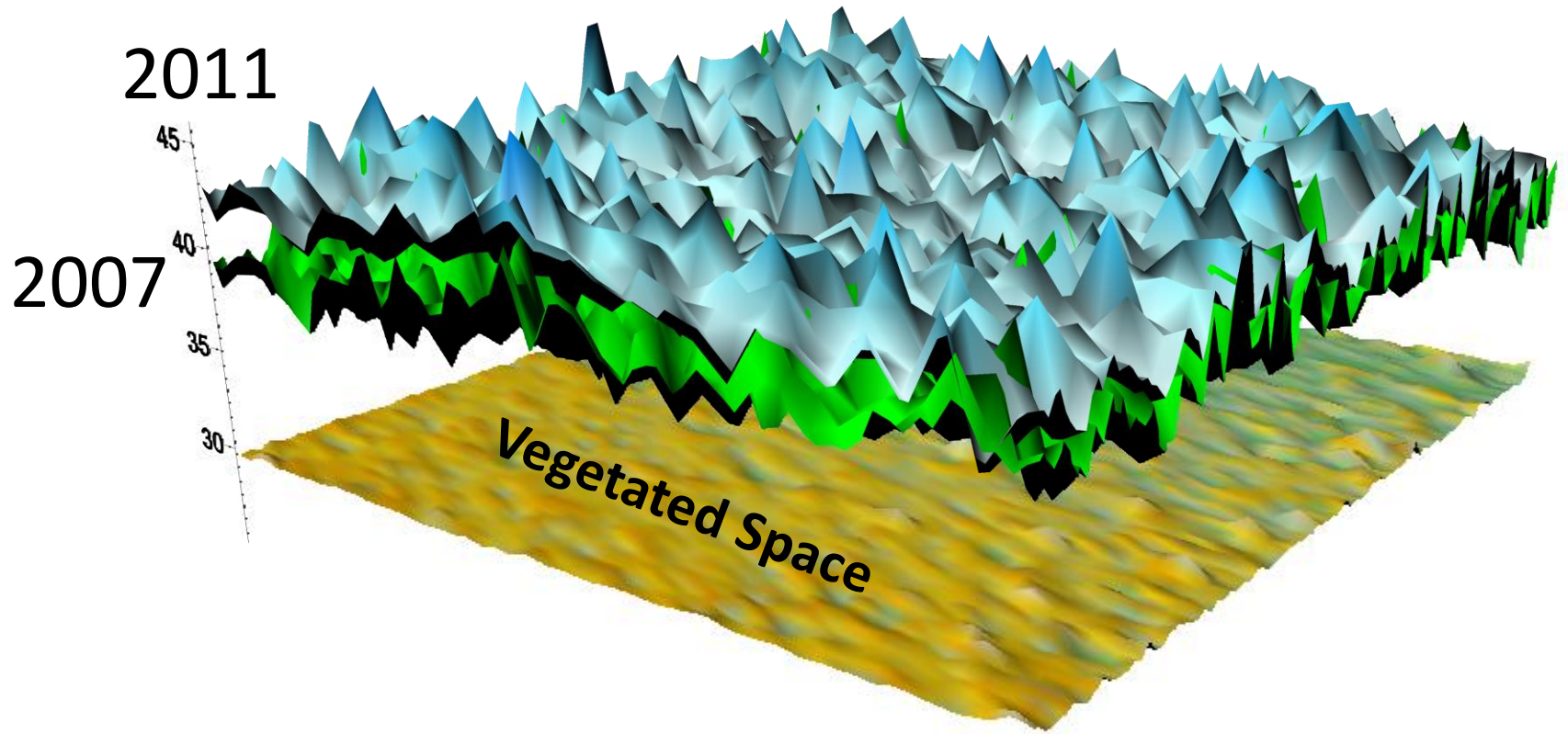
根 生根重 $\times$ 生乾重量比 $= w_R = f_R(dbh)$



dbh (cm)

器官別アロメトリー式（胸高直径⇒バイオマス）

27科50属263本

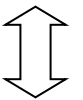


***Above-ground biomass change
measured as change in vegetated space***



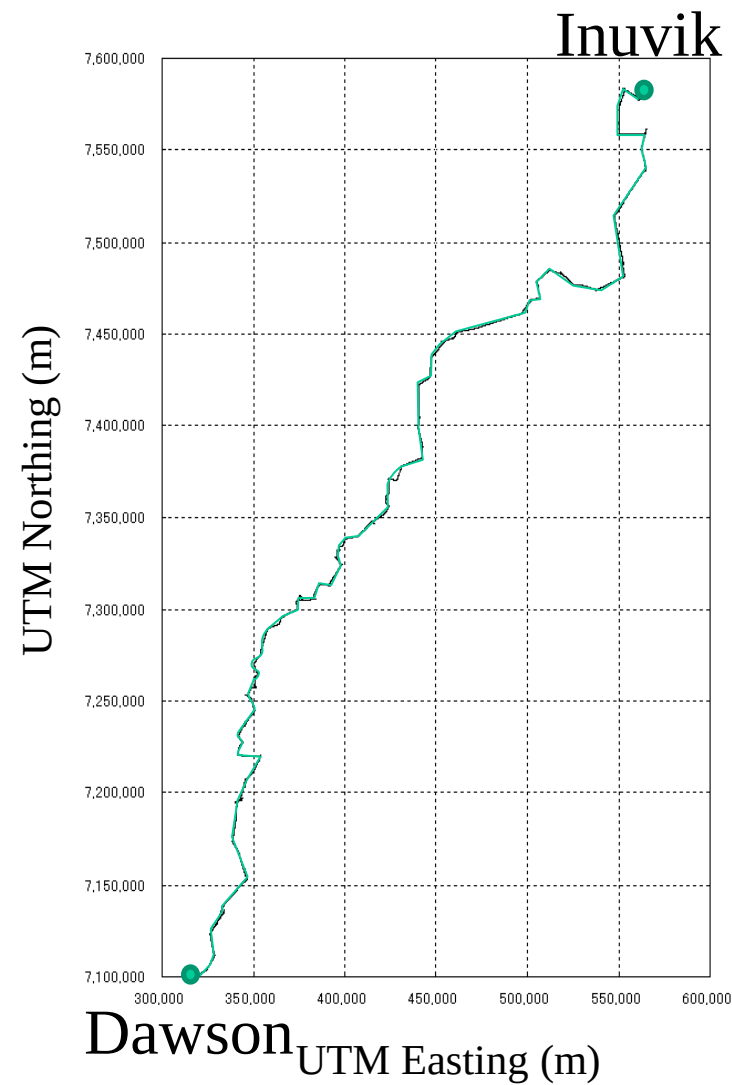
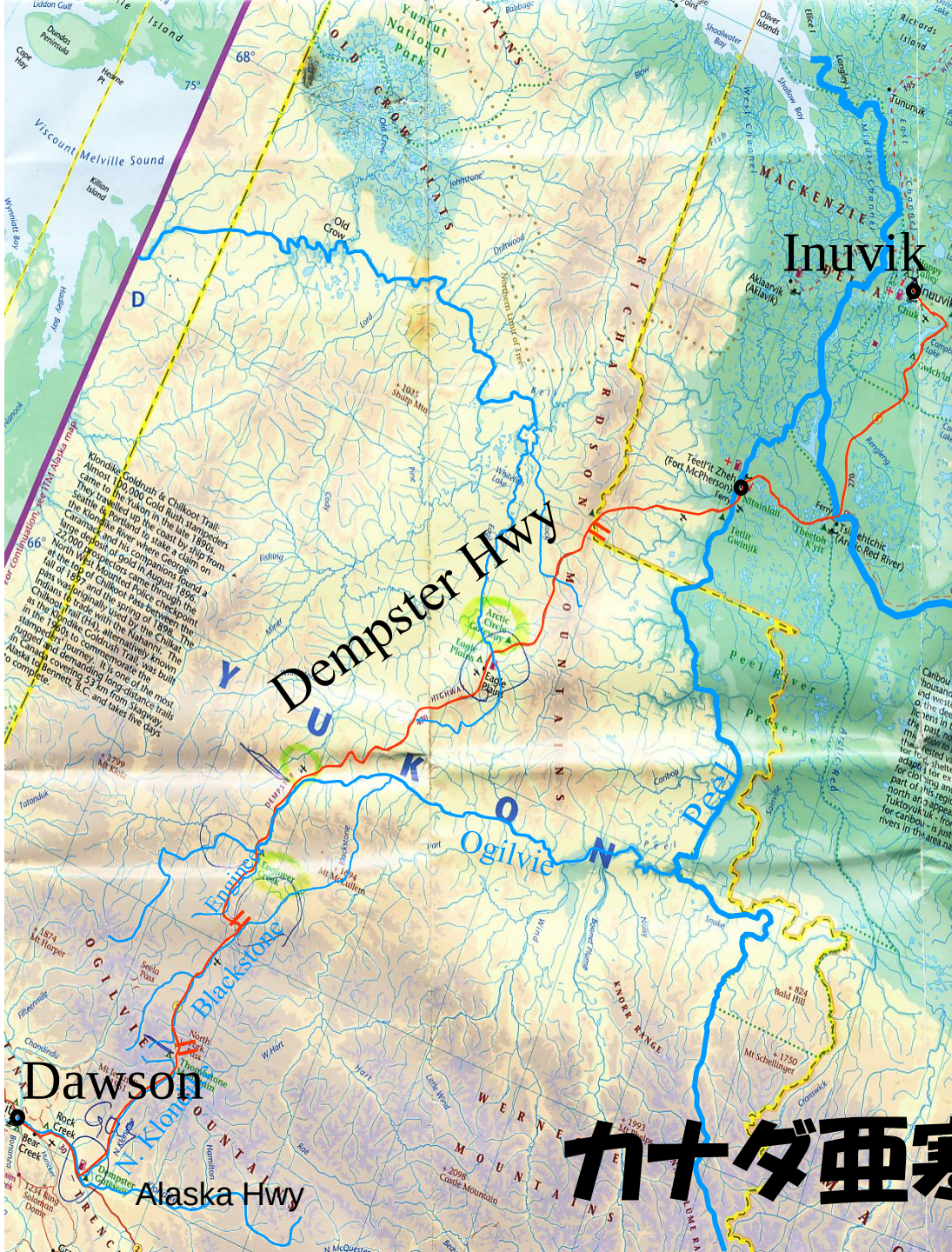
森林地上部バイオマス変化と炭素収支

Laser Lines	Line Length (Hm)	Mean Vegetation Height (m)			Biomass				Carbon Fixation (tC/ha/yr)
		2007	2011	Diff.	Stock (t/ha)		Growth (t/ha)		
					2007	2011	Gross	/yr	
Line 1	434	10.46	11.92	1.47	144.9	165.2	20.32	5.08	2.54
Line 2	755	6.72	7.41	0.69	93.2	102.7	9.55	2.39	1.19
Line 3	178	9.29	11.05	1.76	128.7	153.1	24.42	6.10	3.05
Line 4	497	4.21	5.06	0.85	58.4	70.1	11.71	2.93	1.46
Line 5	796	10.33	10.80	0.46	143.2	149.6	6.42	1.61	0.80
Line 6	603	6.29	7.29	1.00	87.2	101.1	13.90	3.48	1.74
Line 7	854	9.45	11.18	1.73	131.0	155.0	24.03	6.01	3.00
Line 8	679	0.41	0.92	0.52	5.7	12.8	7.15	1.79	0.89
Diagonal 1	116	13.43	14.87	1.44	186.1	206.1	20.01	5.00	2.50
Diagonal 2	100	0.05	0.48	0.44	0.7	6.7	6.06	1.51	0.76
Diagonal 3	144	0.74	0.81	0.07	10.3	11.3	0.96	0.24	0.12
Diagonal 4	144	9.44	9.78	0.34	130.8	135.6	4.74	1.19	0.59
Weighted Mean		6.94	7.87	0.94	96.1	109.1	12.98	3.25	1.62

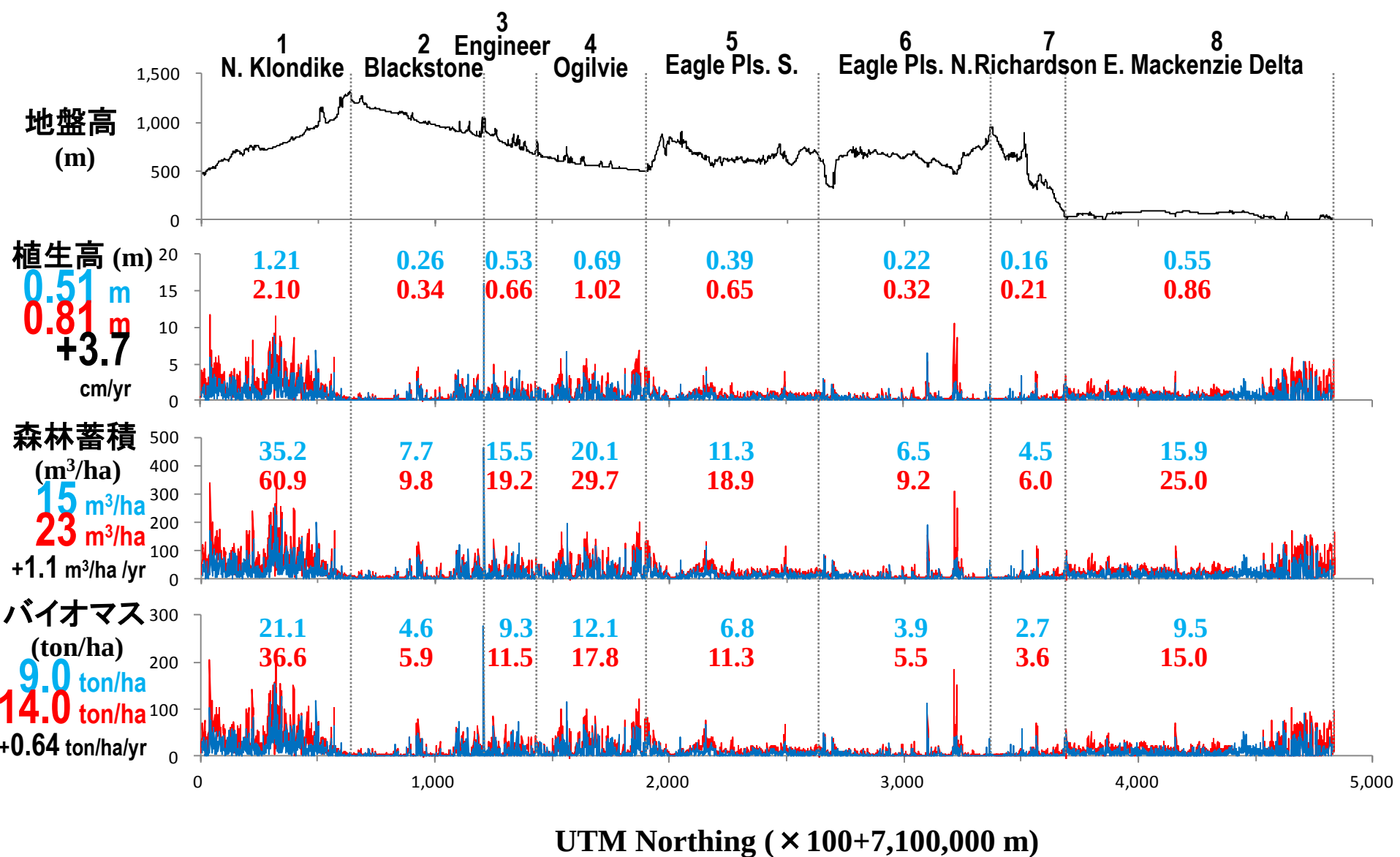


cf. 泥炭からの排出 **46.9**

tC/ha/yr

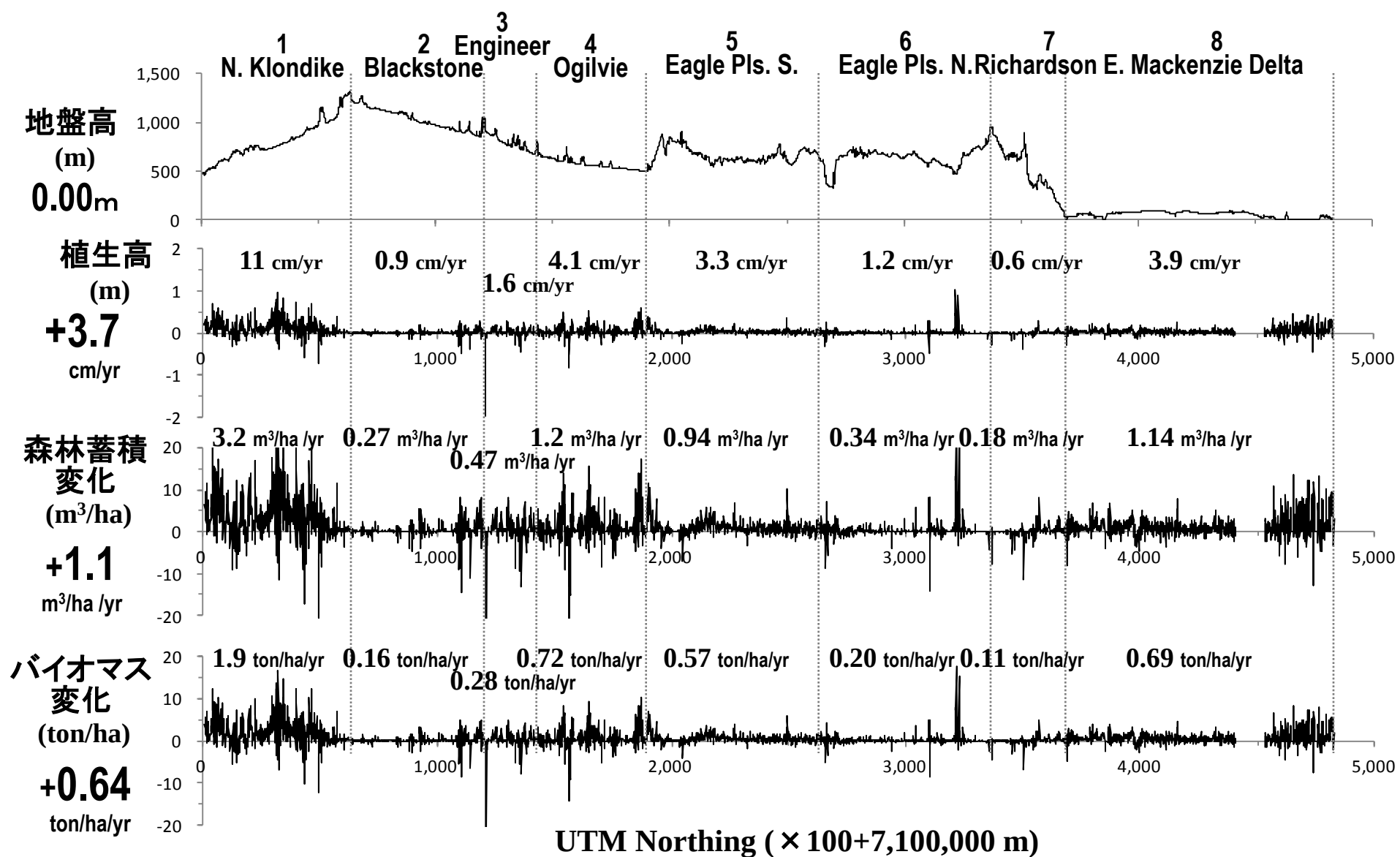


カナダ亜寒帯林



植生高、森林蓄積、バイオマス

2003年 2011年



植生高、森林蓄積、バイオマス変化

2003年 2011年 成長量

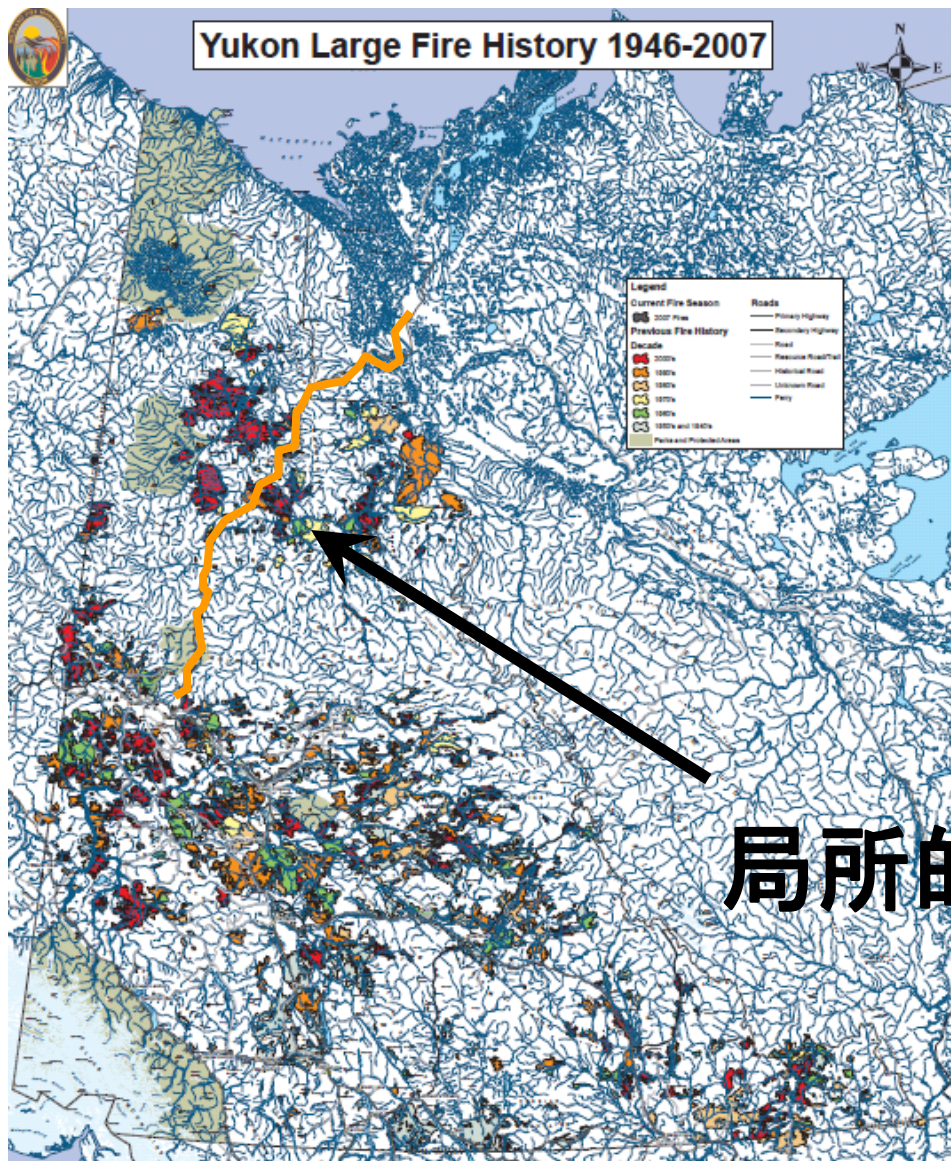
泥炭面不變

理由

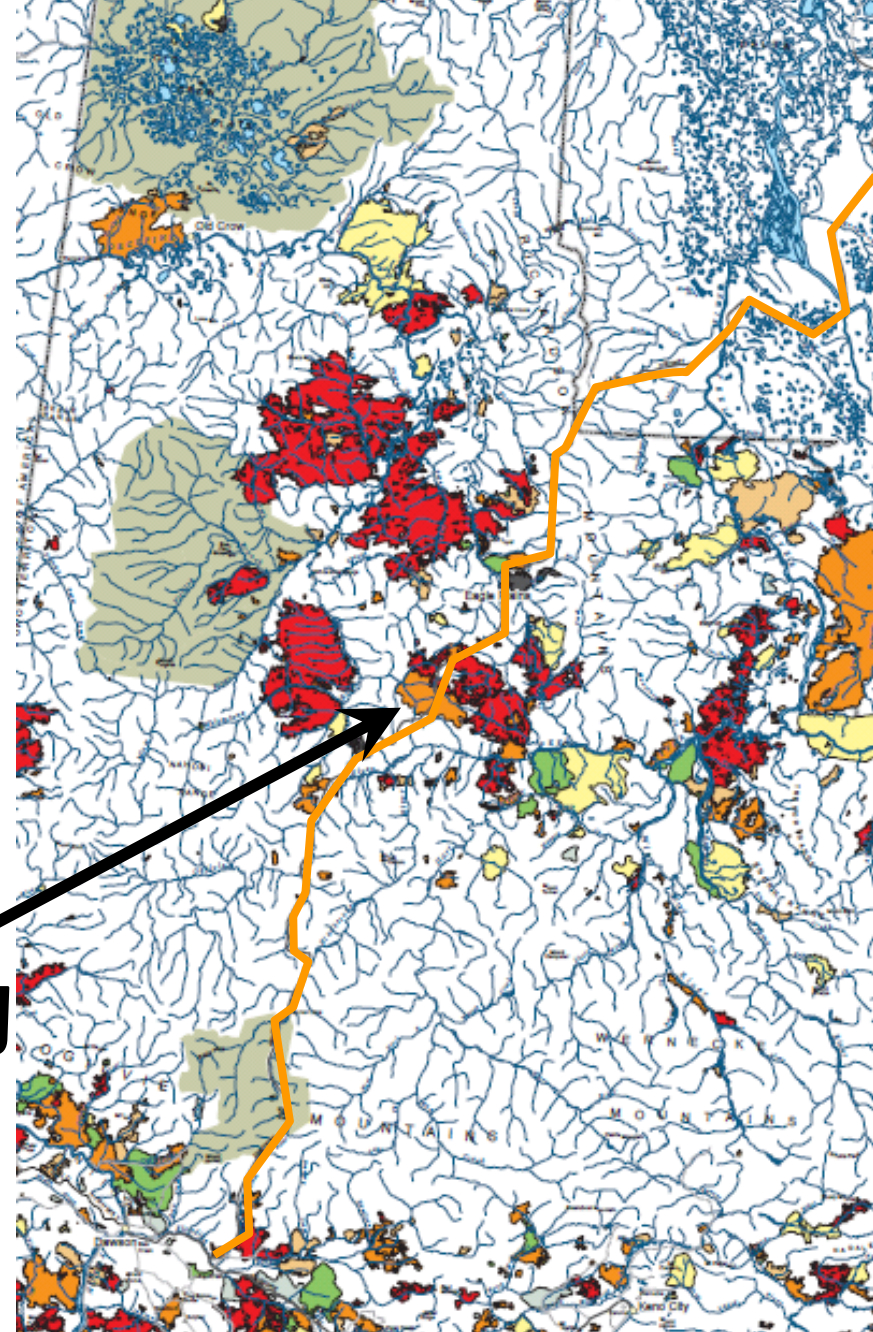
- 永久凍土健在
- 森林火災
低頻度
頻発地に局在



ユーコン準州火災地図



1946-2007



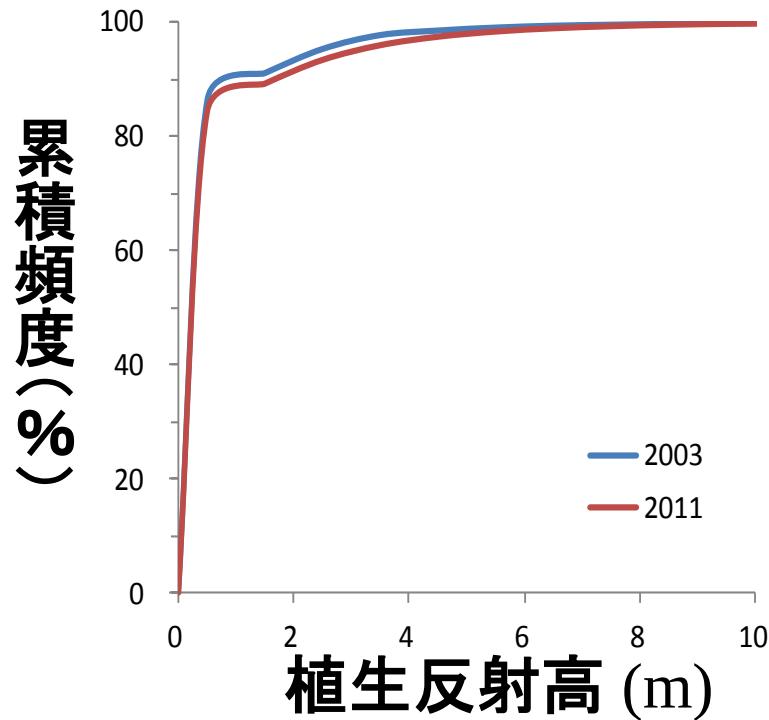
2000s

泥炭消耗



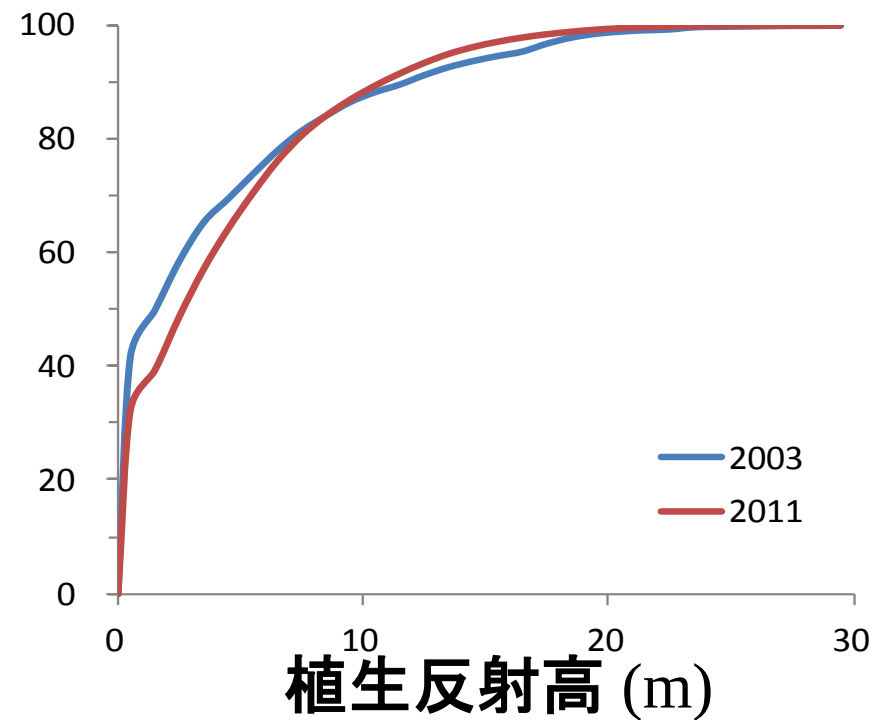
中下層植生

- ・下層植生不変
- ・中層植生減少



森林

- ・伸長成長



バイオマス増加のメカニズム



亜寒帯林のツンドラ侵入

サツ課題1まとめ

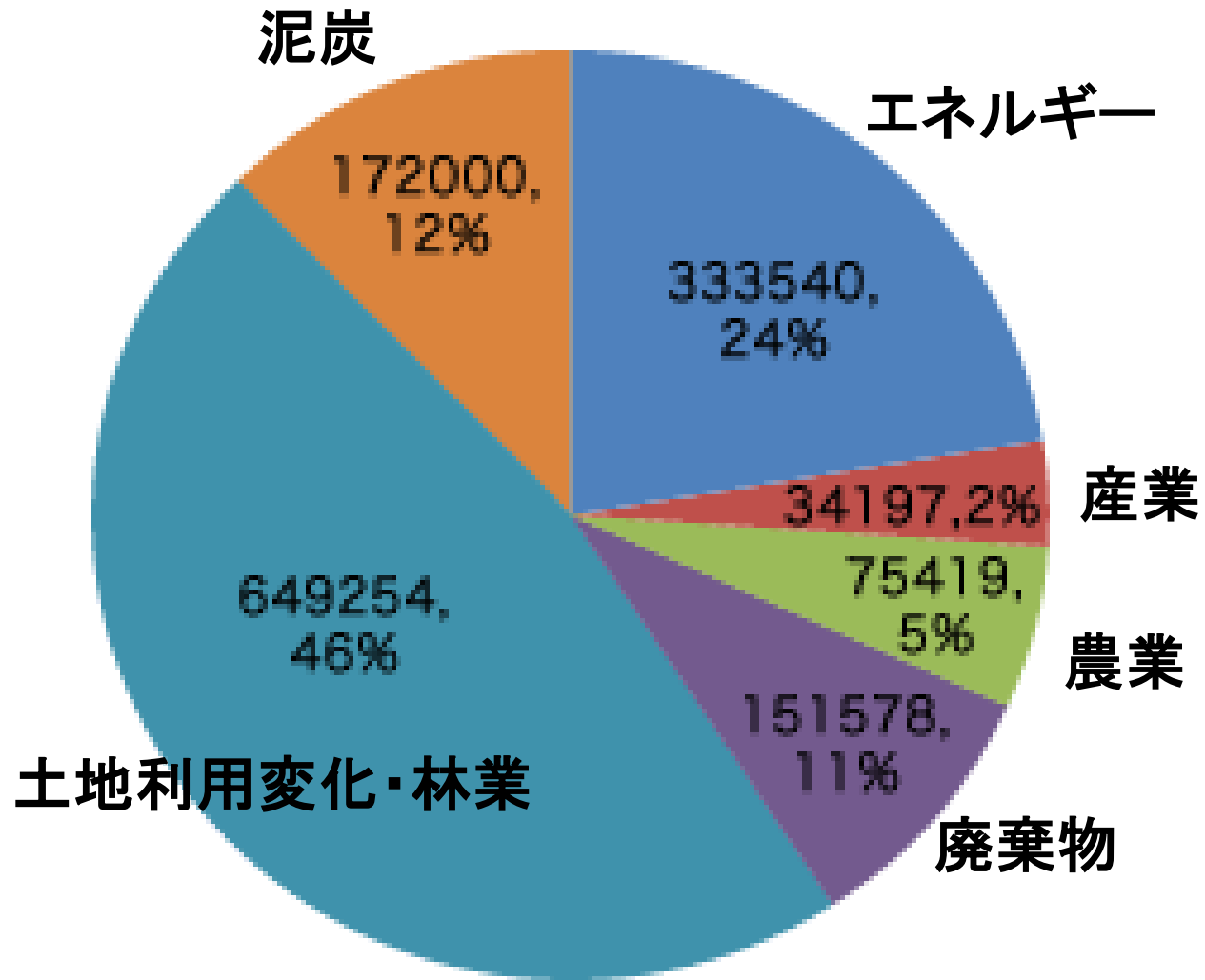
炭素収支 (tC/ha/yr)

	泥炭 (地下部)	植生 (地上部)
熱帯	46.87	1.62
亜寒帯	0.00	0.64

- 熱帯泥炭の管理が当面の最重要課題
- 亜寒帯は中長期的に重要

サツ課題 2

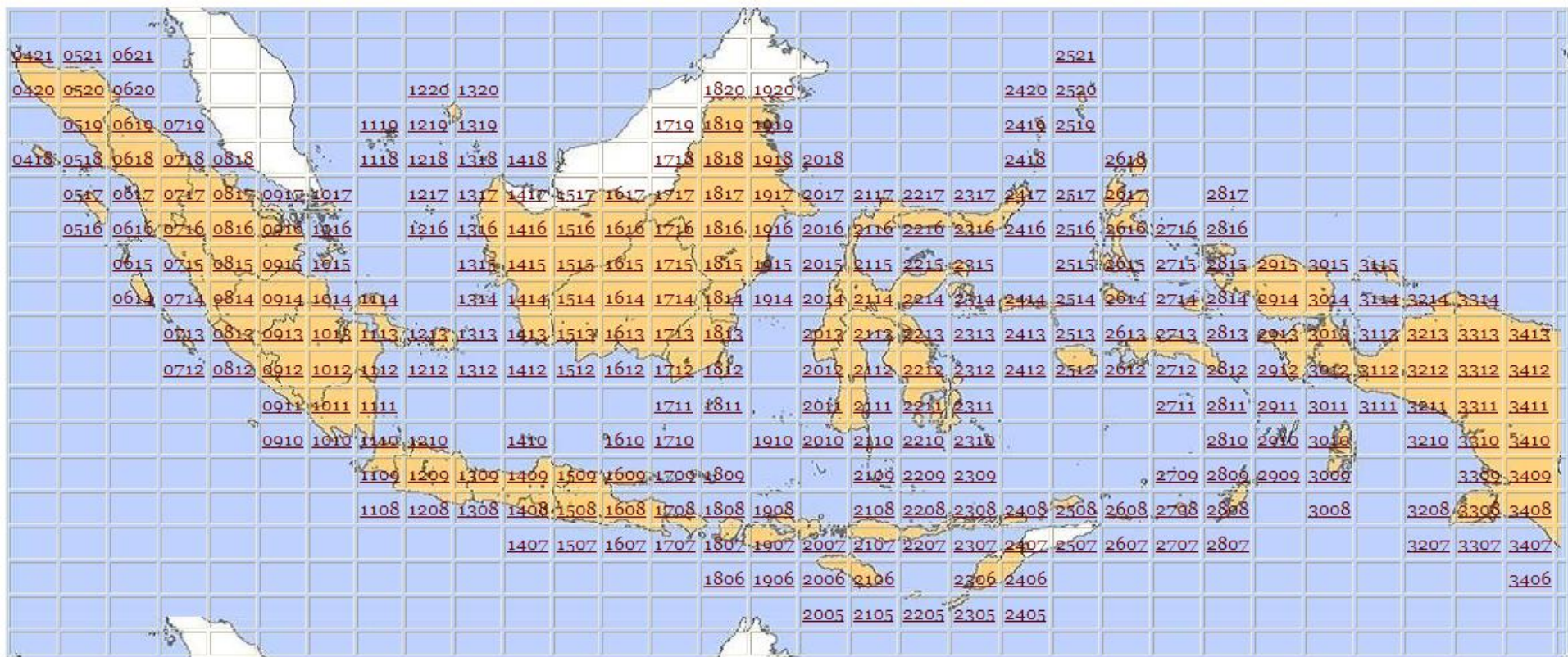
- 熱帯泥炭の管理が当面の最重要課題
 - ・ インドネシア側でも最重要課題
 - ・ 日本も炭素クレジットが必要
 - ・ 二国間炭素クレジット、REDD+で最も効率的
 - ・ 国際的関心
- ~~亜寒帯は中長期的に重要~~
 - ・ ~~カナダ、京都議定書離脱~~
 - ・ ~~異常気象火災の扱いに不満~~
 - ・ ~~シェールガスブーム~~



※単位: MtCO₂e

インドネシアGHG部門別排(2000年)

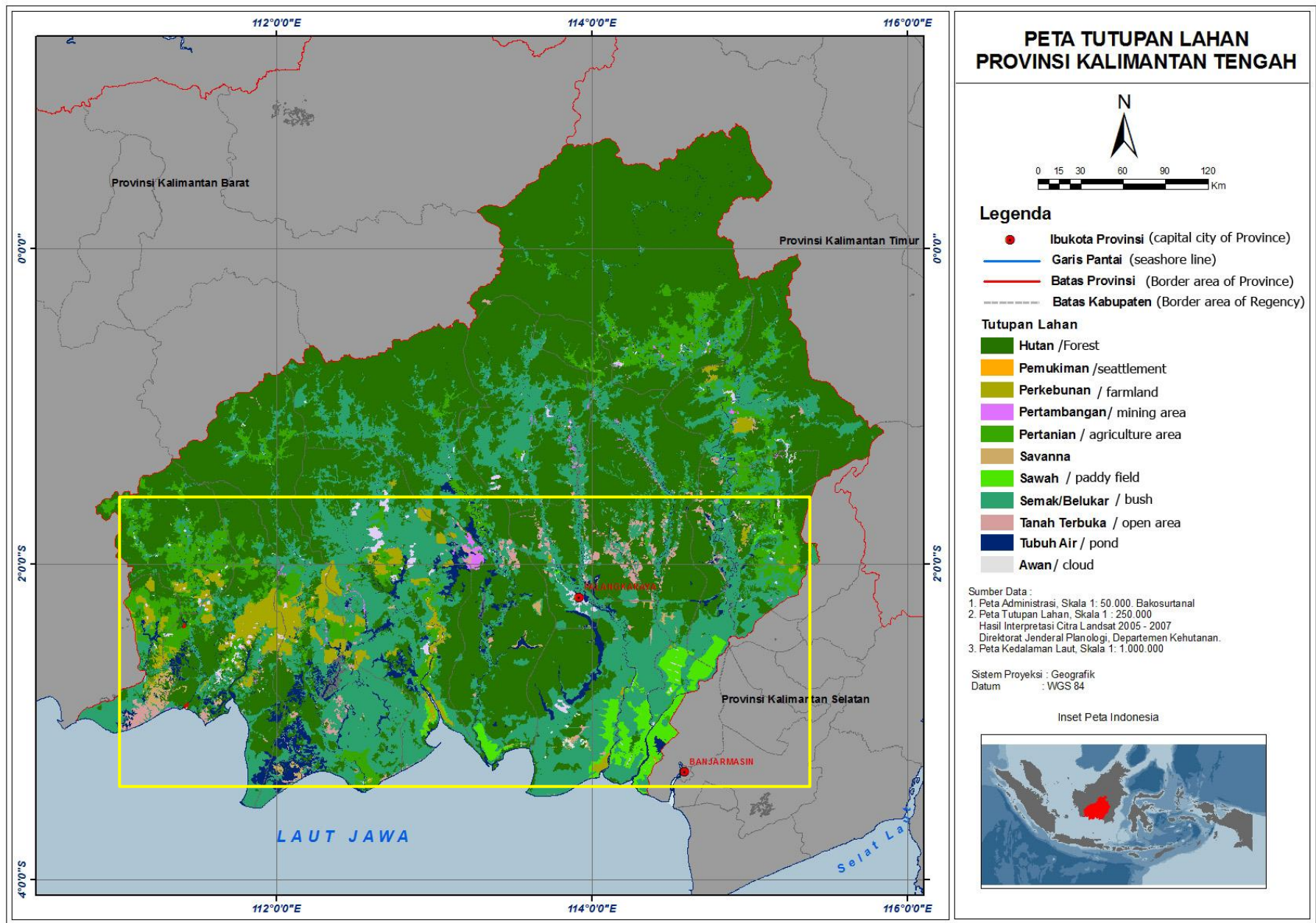
(UKP4)





MRV(測定・報告・検証)手段

- 衛星画像解析
- フラックスタワー
- 側方フラックス観測
- 航空レーザー



対環境省提案：全泥炭地航空レーザー測定

中央カリマントン全泥炭地航空レーザー測定

対象域： $500 \times 200 \text{ km} = 100,000 \text{ km}^2$

仮定： 本研究と同じ

測線間隔： 南北10km

測線数： $200/10 = 20$ 本

測線延長： $500\text{km} \times 20 = 10,000\text{km}$

測定単価： $10,000\text{km} \times \text{¥}13\text{M}/1,000\text{km}$
 $= \text{¥}130\text{M}$

反復： 5年毎3回 $\text{¥}130\text{M} \times 3 = \text{¥}400\text{M}$