Celebrating 60 years
สังคมปริวรรต พิพัฒน์อนาคต
Transforming society. Defining the future.

Sharing experiences in evaluating carbon stock in Thailand

Amnat Chidthaisong

Joint Graduate School of Energy & Environment
King Mongkut's University of Technology Thonburi
Bangkok, Thailand

amnat.chi@kmutt.ac.th

Soil organic carbon dynamics in a C_4 plant (corn) – C_3 plant (ri rotation

➔ Tracks the proportion of SOC fractions derived from maize (C_4) and paddy rice (C_3) vegetation by using carbon isotope technique (natural ^{13}C abundance).

➔ Setup in the fields where maize has been continuously grown for approximately 20 years.

Reference: Suthisak Saree, Pancheewan Ponphang-nga, Ed Sarobol, Pitayakorn Limtong and Amnat Chidthaisong. 2012. Soil Carbon Sequestration Affected by Cropping Changes from Upland Maize to Flooded Rice Cultivation. Journal of Sustainable Energy & Environment 3: 147-152.

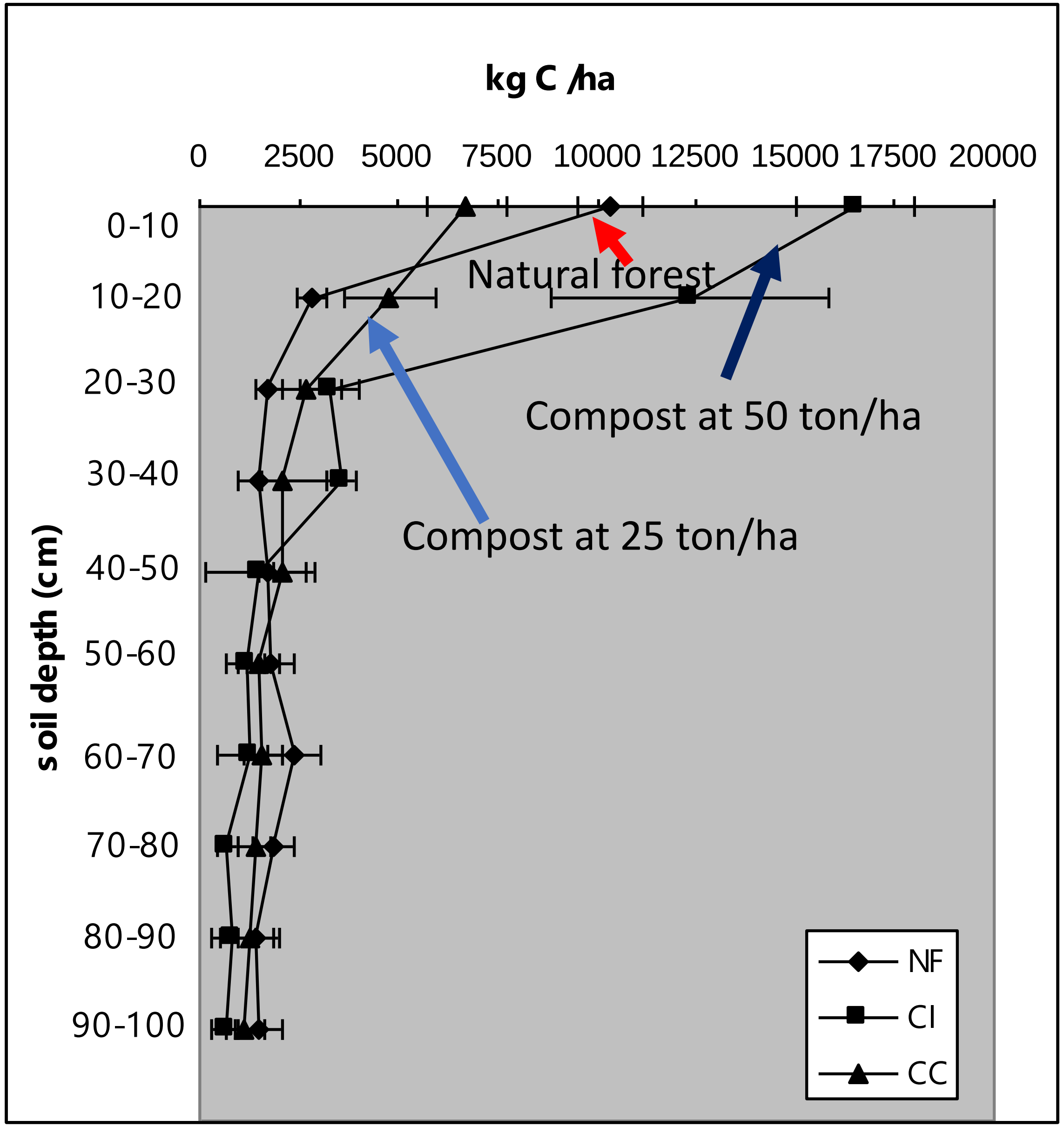
Total soil organic carbon – ton C/ha

Crop cycle	Soil C stock (ton C/ha)		
	Continuous maize	**Continuous paddy rice**	**Maize-rice rotation**
1st crop			
	17.98 ± 0.43	20.79 ± 0.63	20.96 ± 0.63
2nd crop			
	16.50 ± 0.48	20.88 ± 0.52	19.35 ± 0.44

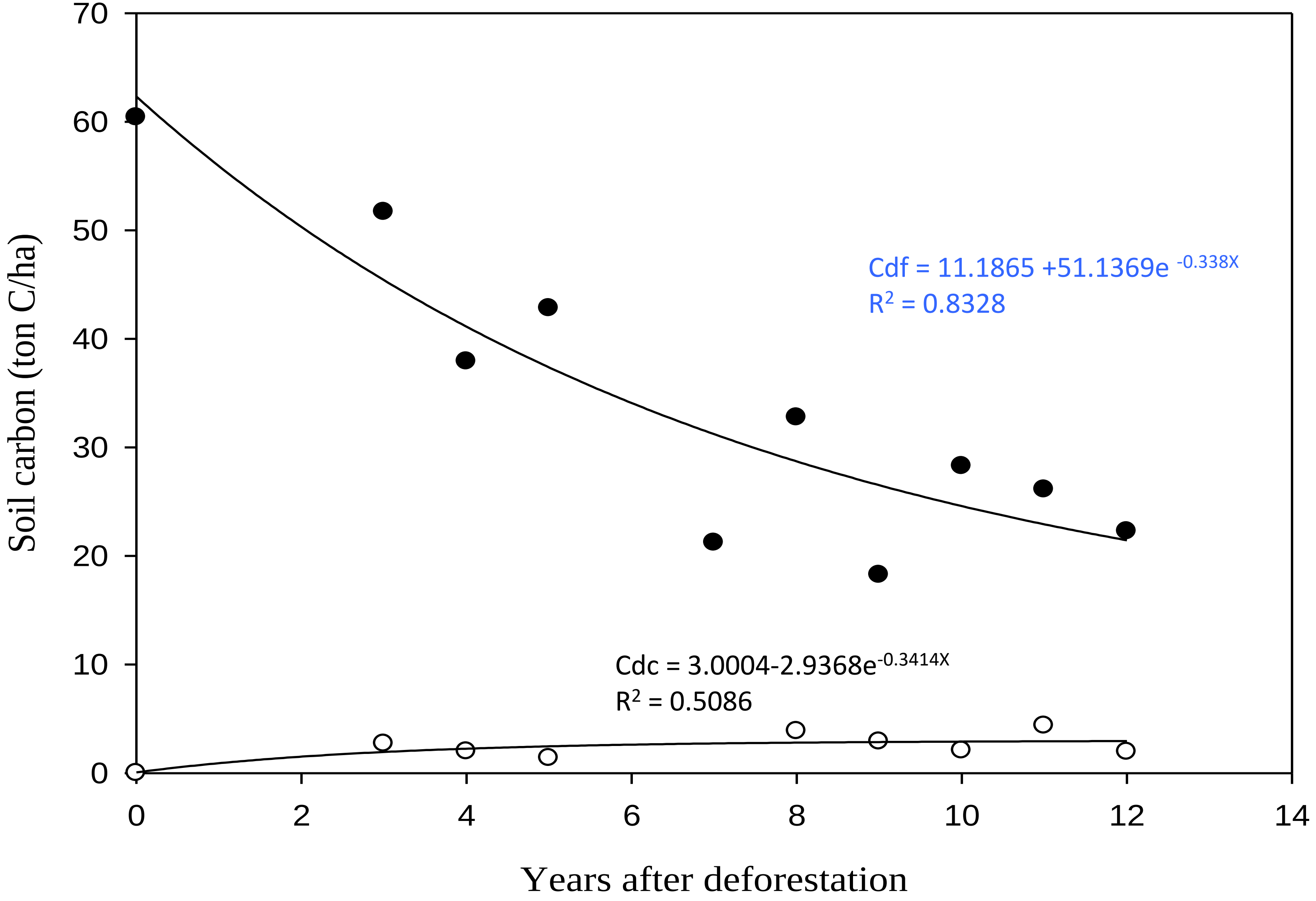
➔Maize-rice rotation provides more C-input than other two treatments but continuous paddy-rice can sequester carbon more than maize-rice rotation.

➔Carbon sequestration in soil is not only depend on C-input but also depending on cultivation conditions, the physical and chemical properties of soil.

Soil C stocks affected by compost application rate



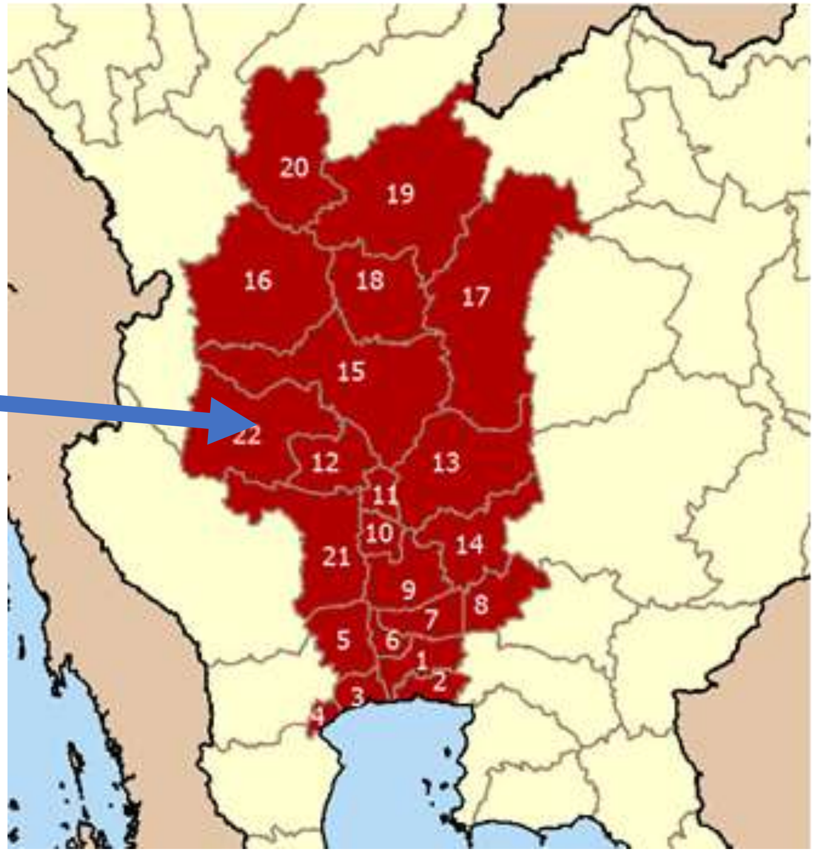
Graph of soil carbon derived from C3 (forest) and C4 plant (corn) with time after deforestation at TTK site



➔Carbon stock decreases rapidly when forest is converted to maize cultivation.

Referenes:

- S. Jai-arree et al., 2011, Pedosphere, 21: 581-590.
- Land Degradation & Development (2011) DOI: 10.1002/ldr.1152.



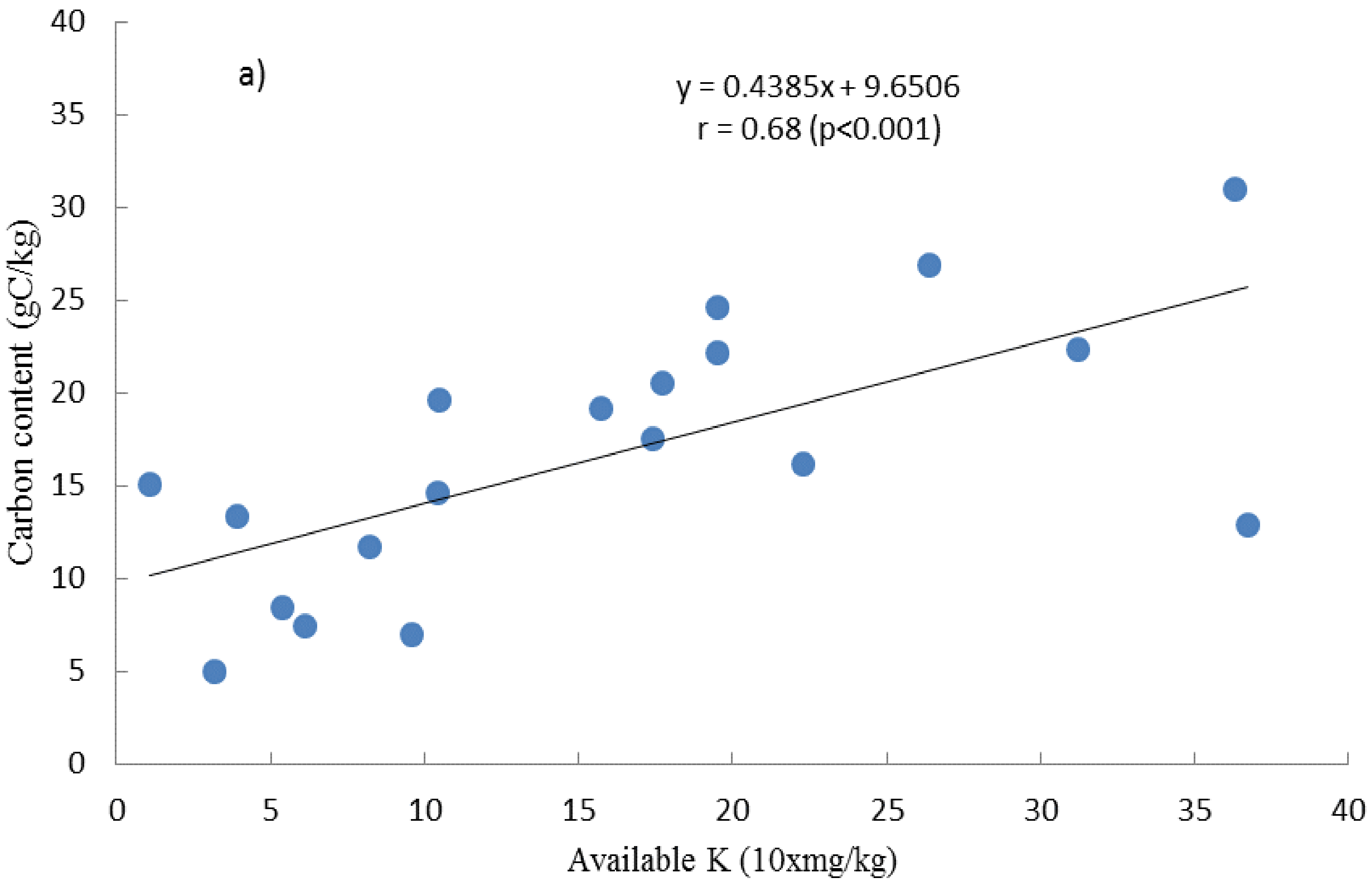
Estimates of C stock & changes in paddy soil in central Thailand (S. Saratiean and A. Chidthaisong, Journal of Sustainable Energy & Environment, (2017) 91-94.

Figure source: https://www.dreamstime.com

Carbon stock and its changes at different locations of paddy field in central Thailand provinces

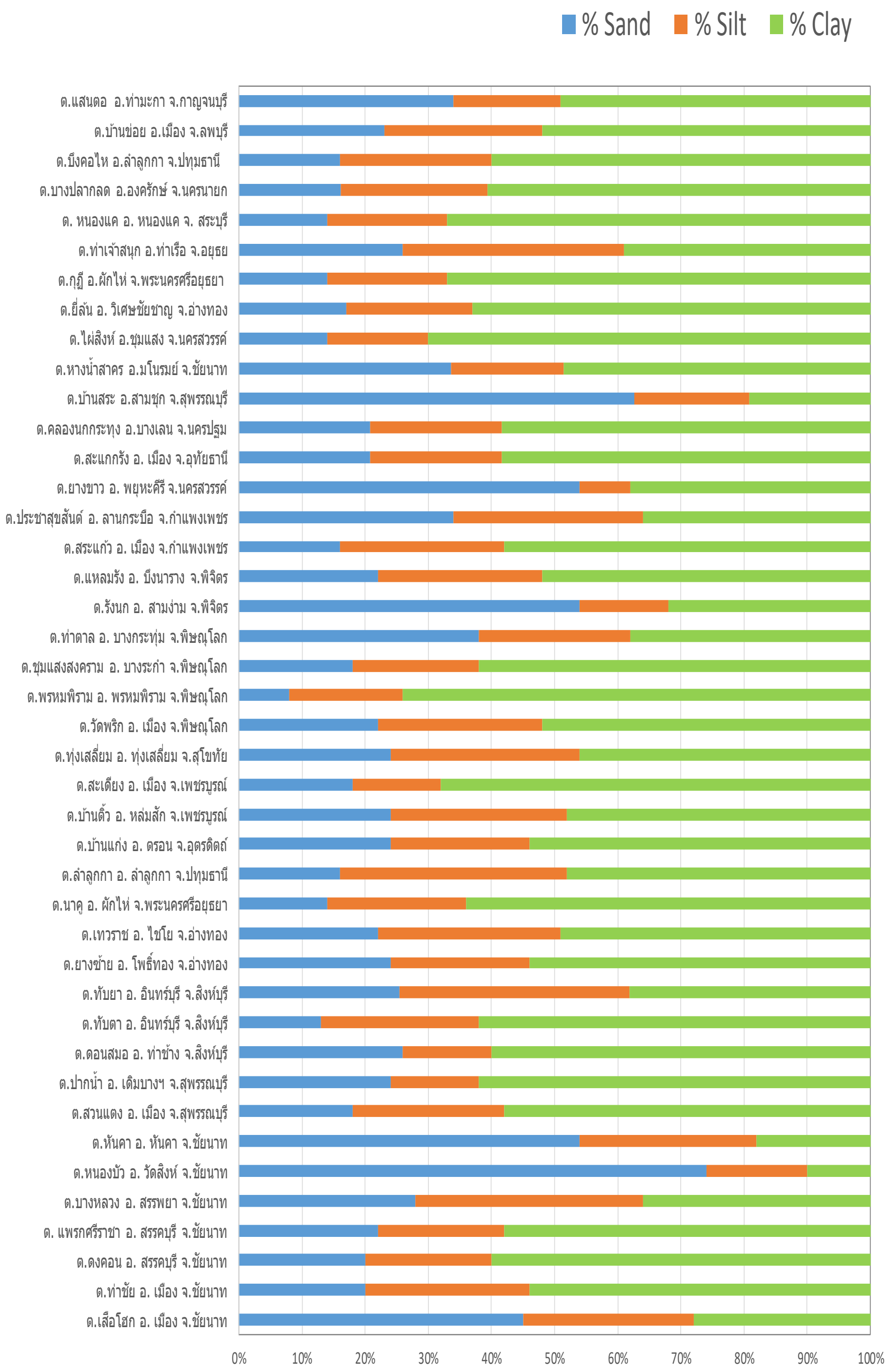
Location	C stock* (1967~1998) (tonC/ha)	C stock (2011)* (tonC/ha)	Time span (years)	Stock Change (tonC/ha)	Stock Change (tonC/ha/yr)	Annual change (% per year)
Nakonpathom_BL	84.87	67.78	13	-17.08	-1.31	-1.55
Supanburi_SC	17.25	31.54	44	14.29	0.42	1.88
Chainat_MN	45.88	65.9	13	20.02	1.54	3.36
Nakonsawan_CS	47.12	55.58	34	8.46	0.65	0.53
Angthong_WC	76.59	50.52	15	-26.07	-1.74	-2.27
Ayutthaya_PH	55.89	70.78	41	14.89	0.36	0.65
Ayutthaya_TR	24.15	53.69	30	29.54	0.67	4.08
Patumthani_TY	106.95	92.85	30	-14.1	-0.47	-0.44
Patumthani_NS	44.5	88.43	13	43.93	1.46	7.59
Saraburi_NK	40.36	25.61	37	-14.75	-0.39	-0.99
Average	54.36	60.27	27	5.91	0.12	0.4

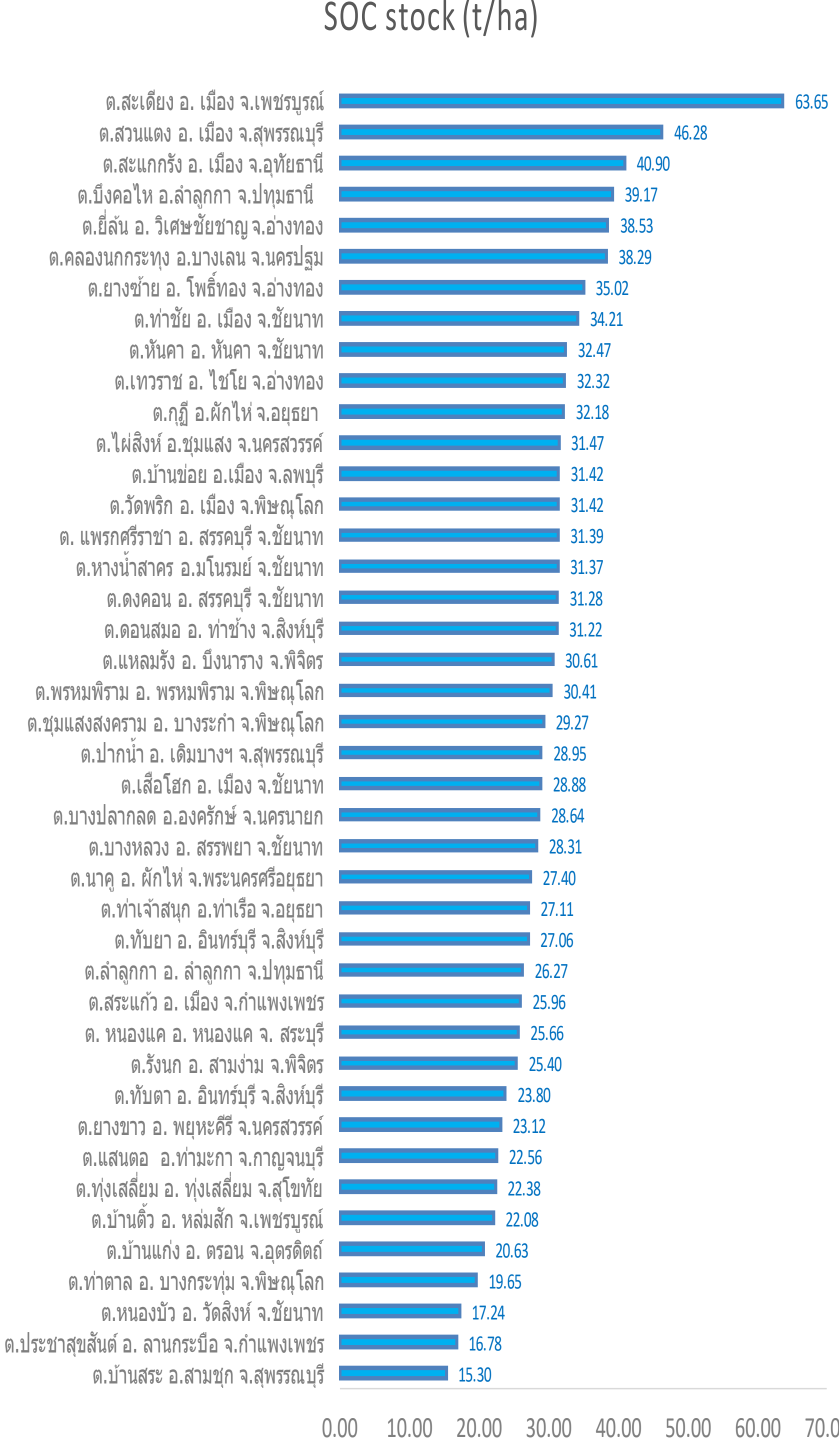
* Obtained from the Reports of Land Development Department



- **No significant change in any soil characteristics, except available K (C, P increase)**
- **No significant relationship between soil carbon stock and any of these soil properties except for available K**

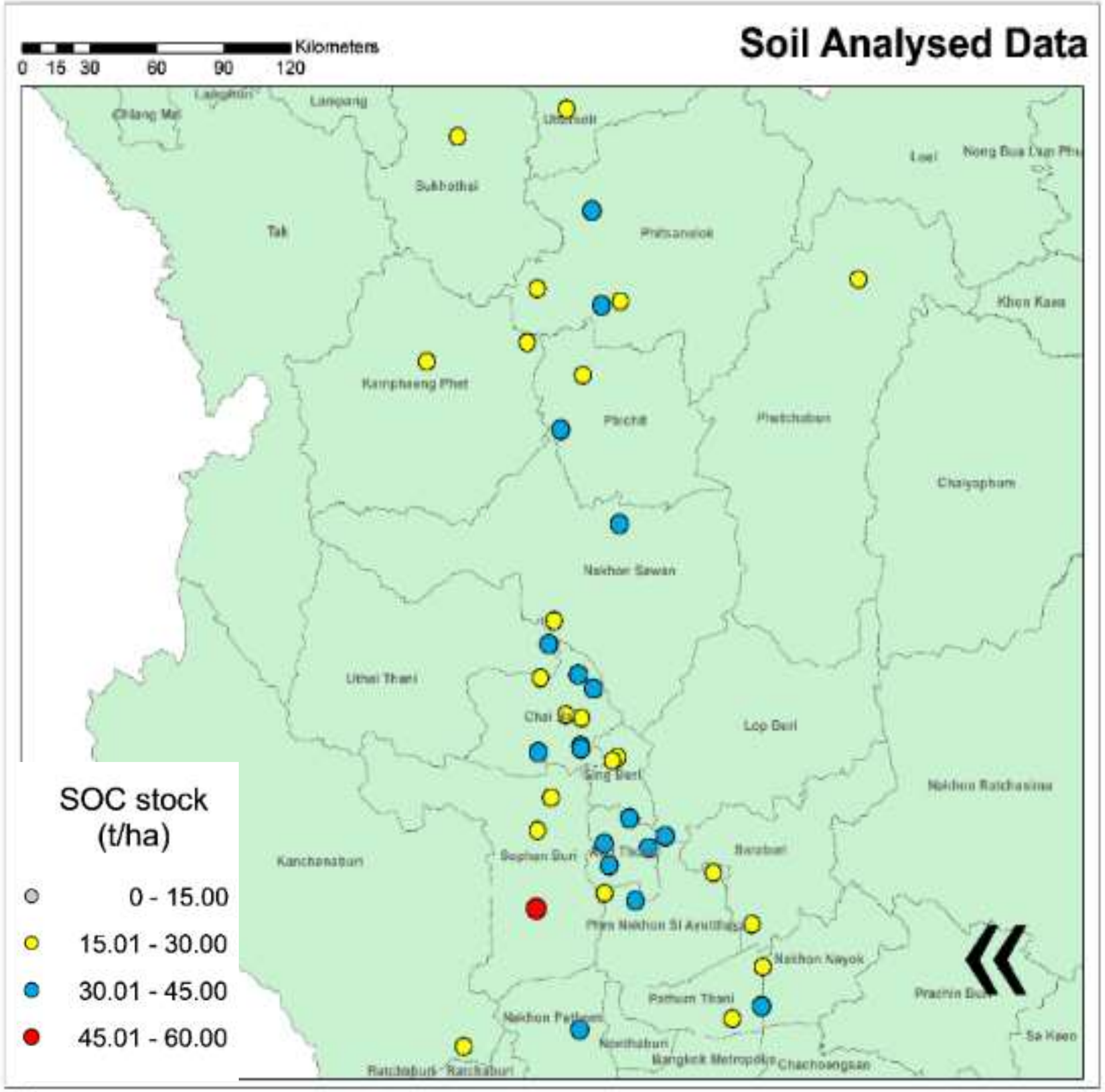

UTTARADIT
Utaradit_Tron
Sukhothai_Thungsaliem
LOEI
Phitsanulok_Prompiram
PHITSANULOK
TAK
Phitsanulok_Muang
Krathum
Kamphangphet_Lankrabue
KAMPHAENG PHET
Phichit_Samngam
Phetchabu
Phichit_Bungnarang
PHICHIT
Chumseang_Nakornsawan
NAKHON SAWAN
Nakornsawan_Payuhakeeri
Uthai Thani_Muang
Chainat_Jamreun
Singburi 2
Suphanburi_Doembang Nangb...
Singburi 1
Anathong 2
Tharua_Ayutthaya
Phakhai_Ayutthaya
SUPHAN BURI
Hhongkae_Sarabu
Aongkaruk_Nak
Lamlukka_Pathu
Banglen_Nakornpathom
Tha Maka_Kanchanaburi
กรุงเทพมหานคร
100 km
Google
RATCHABURI
CHON BURI

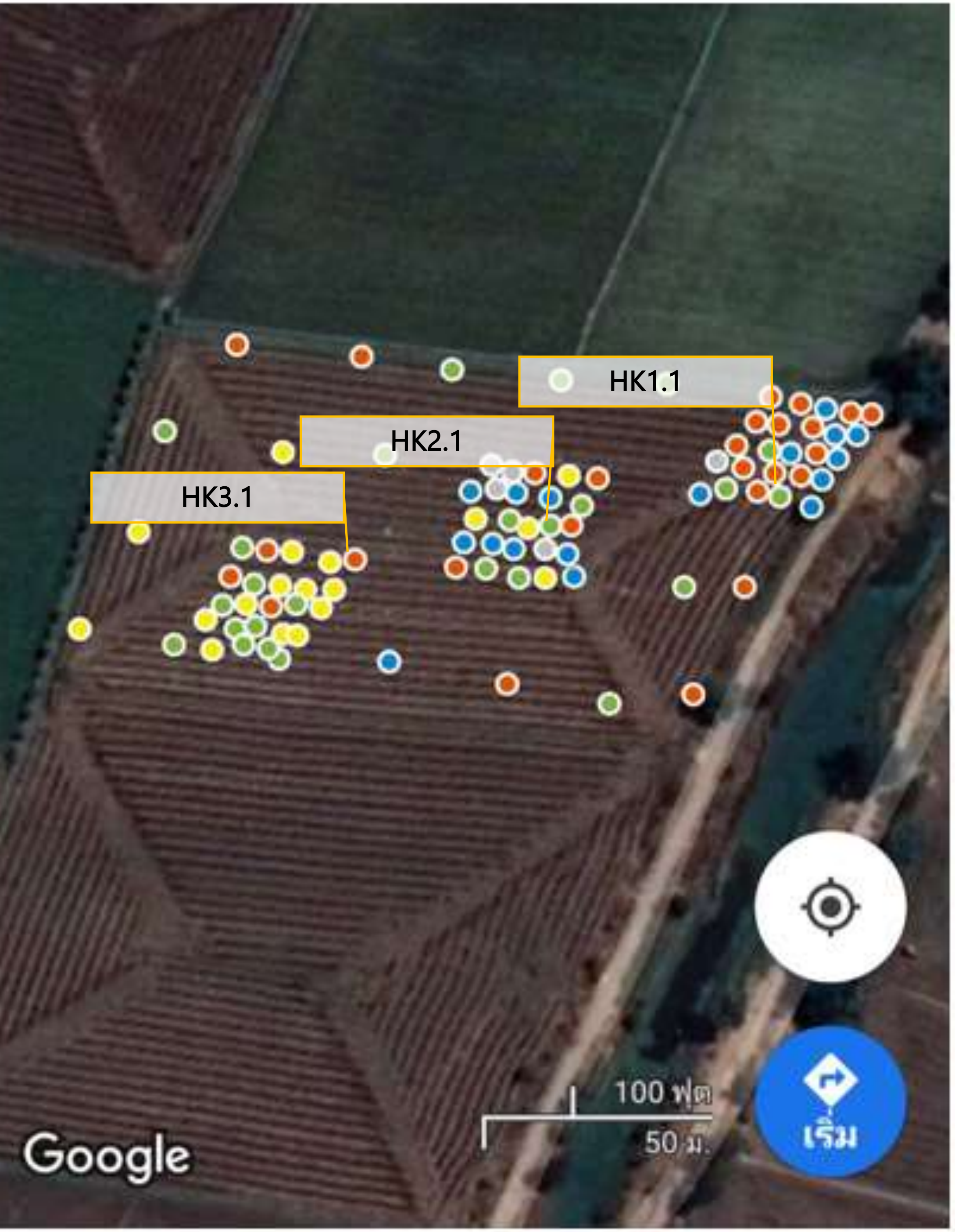

% Sand
% Silt
% Clay
ต.แสนตอ อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี
ต.บ้านข่อย อ.เมือง จ.ลพบุรี
ต.บึงคอไห อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี
ต.บางปลากลด อ.องครักษ์ จ.นครนายก
ต. หนองแค อ. หนองแค จ. สระบุรี
ต.ท่าเจ้าสนุก อ.ท่าเรือ จ.อยุธย
ต.กุฎี อ.ผักไห่ จ.พระนครศรีอยุธยา
ต.ยี่ล้น อ. วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง
ต.ไผ่สิงห์ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์
ต.หางน้ำสาคร อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท
ต.บ้านสระ อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี
ต.คลองนกกระทุง อ.บางเลน จ.นครปฐม
ต.สะแกกรัง อ. เมือง จ.อุทัยธานี
ต.ยางขาว อ. พยุหะคีรี จ.นครสวรรค์
ต.ประชาสุขสันต์ อ. ลานกระบือ จ.กำแพงเพชร
ต.สระแก้ว อ. เมือง จ.กำแพงเพชร
ต.แหลมรัง อ. บึงนาราง จ.พิจิตร
ต.รังนก อ. สามง่าม จ.พิจิตร
ต.ท่าตาล อ. บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก
ต.ชุมแสงสงคราม อ. บางระกำ จ.พิษณุโลก
ต.พรหมพิราม อ. พรหมพิราม จ.พิษณุโลก
ต.วัดพริก อ. เมือง จ.พิษณุโลก
ต.ทุ่งเสลี่ยม อ. ทุ่งเสลี่ยม จ.สุโขทัย
ต.สะเดียง อ. เมือง จ.เพชรบูรณ์
ต.บ้านติ้ว อ. หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์
ต.บ้านแก่ง อ. ตรอน จ.อุตรดิตถ์
ต.ลำลูกกา อ. ลำลูกกา จ.ปทุมธานี
ต.นาคู อ. ผักไห่ จ.พระนครศรีอยุธยา
ต.เทวราช อ. ไชโย จ.อ่างทอง
ต.ยางซ้าย อ. โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง
ต.ทับยา อ. อินทร์บุรี จ.สิงห์บุรี
ต.ทับตา อ. อินทร์บุรี จ.สิงห์บุรี
ต.ดอนสมอ อ. ท่าช้าง จ.สิงห์บุรี
ต.ปากน้ำ อ. เดิมบางฯ จ.สุพรรณบุรี
ต.สวนแตง อ. เมือง จ.สุพรรณบุรี
ต.หันคา อ. หันคา จ.ชัยนาท
ต.หนองบัว อ. วัดสิงห์ จ.ชัยนาท
ต.บางหลวง อ. สรรพยา จ.ชัยนาท
ต. แพรกศรีราชา อ. สรรคบุรี จ.ชัยนาท
ต.ดงคอน อ. สรรคบุรี จ.ชัยนาท
ต.ท่าชัย อ. เมือง จ.ชัยนาท
ต.เสือโฮก อ. เมือง จ.ชัยนาท
0%
10%
20%
30%
40%
50%
60%
70%
80%
90%
100%

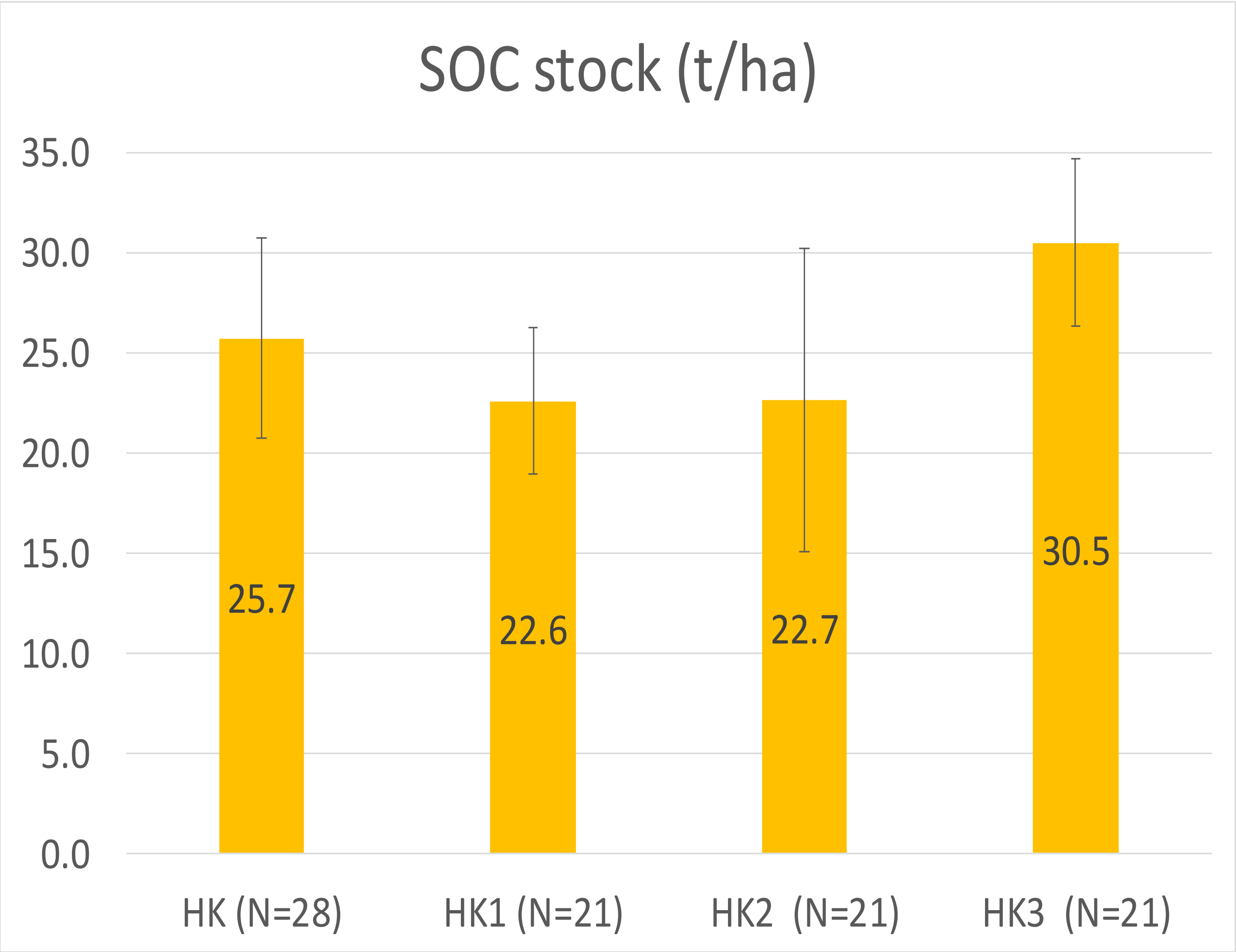

SOC stock (t/ha)
ต.สะเดียง อ. เมือง จ.เพชรบูรณ์ 63.65
ต.สวนแตง อ. เมือง จ.สุพรรณบุรี 46.28
ต.สะแกกรัง อ. เมือง จ.อุทัยธานี 40.90
ต.บึงคอไห อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 39.17
ต.ยี่ล้น อ. วิเศษชัยชาญ จ.อ่างทอง 38.53
ต.คลองนกกระทุง อ.บางเลน จ.นครปฐม 38.29
ต.ยางซ้าย อ. โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง 35.02
ต.ท่าชัย อ. เมือง จ.ชัยนาท 34.21
ต.หันคา อ. หันคา จ.ชัยนาท 32.47
ต.เทวราช อ. ไชโย จ.อ่างทอง 32.32
ต.กุฎี อ.ผักไห่ จ.อยุธยา 32.18
ต.ไผ่สิงห์ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์ 31.47
ต.บ้านข่อย อ.เมือง จ.ลพบุรี 31.42
ต.วัดพริก อ. เมือง จ.พิษณุโลก 31.42
ต. แพรกศรีราชา อ. สรรคบุรี จ.ชัยนาท 31.39
ต.หางน้ำสาคร อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท 31.37
ต.ดงคอน อ. สรรคบุรี จ.ชัยนาท 31.28
ต.ดอนสมอ อ. ท่าช้าง จ.สิงห์บุรี 31.22
ต.แหลมรัง อ. บึงนาราง จ.พิจิตร 30.61
ต.พรหมพิราม อ. พรหมพิราม จ.พิษณุโลก 30.41
ต.ชุมแสงสงคราม อ. บางระกำ จ.พิษณุโลก 29.27
ต.ปากน้ำ อ. เดิมบางฯ จ.สุพรรณบุรี 28.95
ต.เสือโฮก อ. เมือง จ.ชัยนาท 28.88
ต.บางปลากลด อ.องครักษ์ จ.นครนายก 28.64
ต.บางหลวง อ. สรรพยา จ.ชัยนาท 28.31
ต.นาคู อ. ผักไห่ จ.พระนครศรีอยุธยา 27.40
ต.ท่าเจ้าสนุก อ.ท่าเรือ จ.อยุธยา 27.11
ต.ทับยา อ. อินทร์บุรี จ.สิงห์บุรี 27.06
ต.ลำลูกกา อ. ลำลูกกา จ.ปทุมธานี 26.27
ต.สระแก้ว อ. เมือง จ.กำแพงเพชร 25.96
ต. หนองแค อ. หนองแค จ. สระบุรี 25.66
ต.รังนก อ. สามง่าม จ.พิจิตร 25.40
ต.ทับตา อ. อินทร์บุรี จ.สิงห์บุรี 23.80
ต.ยางขาว อ. พยุหะคีรี จ.นครสวรรค์ 23.12
ต.แสนตอ อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี 22.56
ต.ทุ่งเสลี่ยม อ. ทุ่งเสลี่ยม จ.สุโขทัย 22.38
ต.บ้านติ้ว อ. หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ 22.08
ต.บ้านแก่ง อ. ตรอน จ.อุตรดิตถ์ 20.63
ต.ท่าตาล อ. บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก 19.65
ต.หนองบัว อ. วัดสิงห์ จ.ชัยนาท 17.24
ต.ประชาสุขสันต์ อ. ลานกระบือ จ.กำแพงเพชร 16.78
ต.บ้านสระ อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี 15.30
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00

Key findings

- **At regional scale (42 sampling points in 19 Provinces, ca. 9 million ha);**
  - **In central Thailand paddy fields: Soil carbon stock for 0-30 cm are in the ranges of 15.3-65.3 ton C/ha with the average of 29.7±8.5ton C/ha**
  - **Significant-positive relationship with % clay particle, organic matter, total N, exchangeable Mg, exchangeable K**
  - **Significant-negative relationship with %sand**



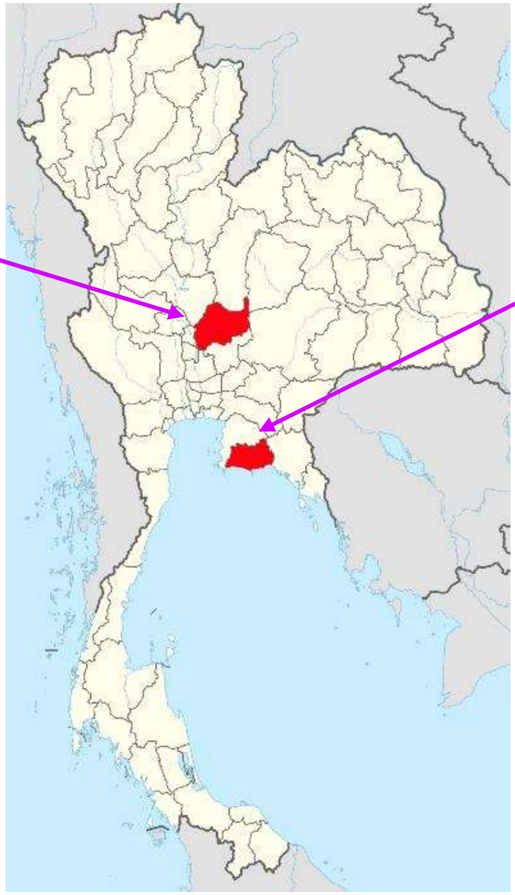




- At farm scale (64 sampling points, 1 ha)
  - No significant difference among plots
  - Recommend to have 3-4 samples/Rai (0.2 ha)

Lopburi Seed Research and Development Center

Rayong Field Crops Research Center



Site study

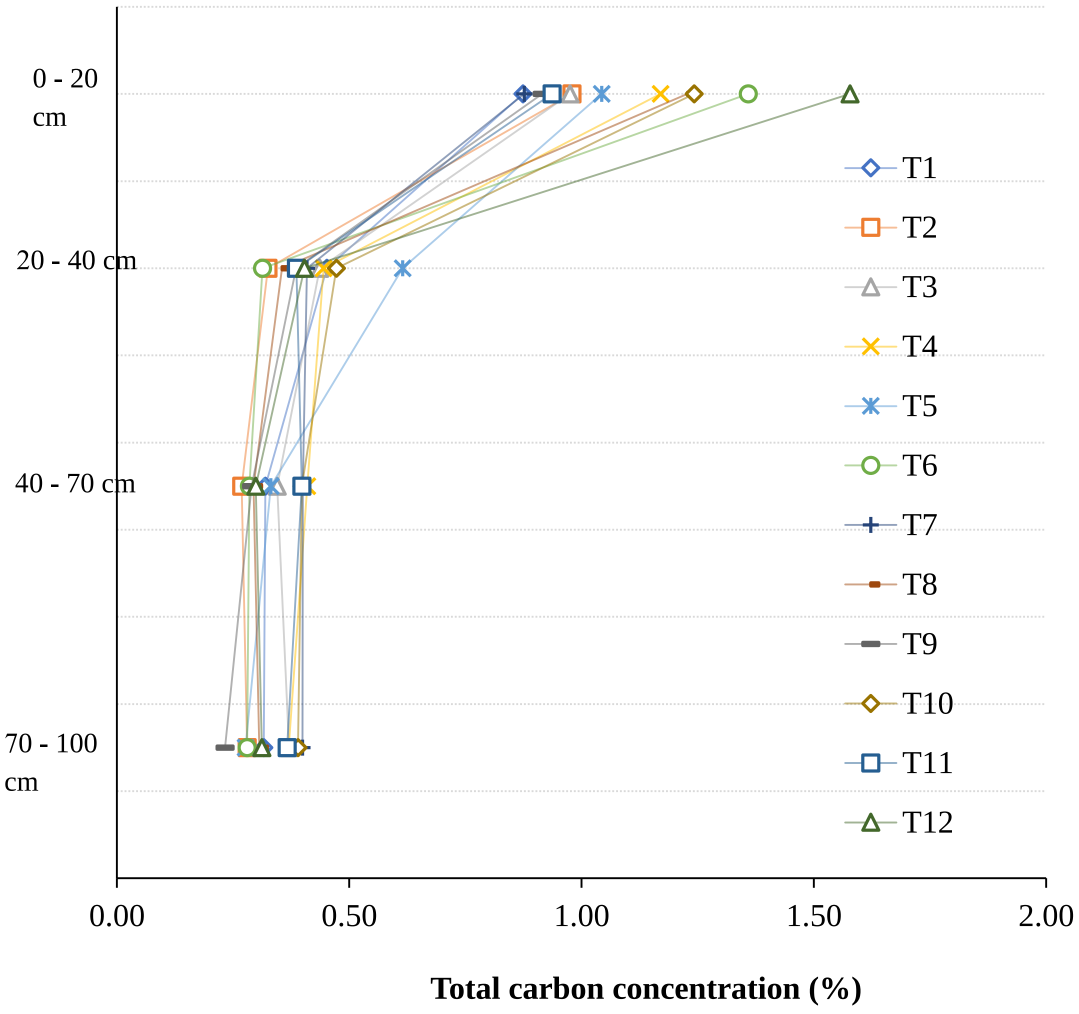
Two Long-term fields (46 years)

- **Soil carbon content and soil carbon stock**

Treatments	Total carbon stock (Mg ha^{-1})
Tillage	29.85 ± 4.83
No-till	38.55 ± 9.43**
No chemical fertilizer application	33.10 ± 6.85
Chemical fertilizer application	35.31 ± 10.07**
No cow dung application	30.72 ± 6.95
Cow dung application	38.04 ± 7.97*
No rice application	30.72 ± 6.95
Rice straw application	33.86 ± 9.42 ns

(***p* < 0.01; **p* < 0.05; ns = nonsignificant)

Rice straw rate = 3.1 ton ha^{-1}, Cow dung rate = 6.3 ton ha^{-1}

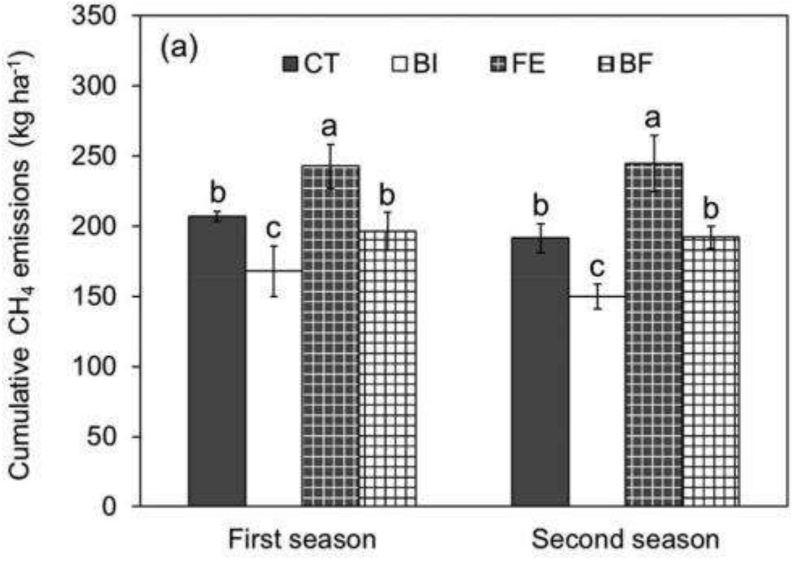


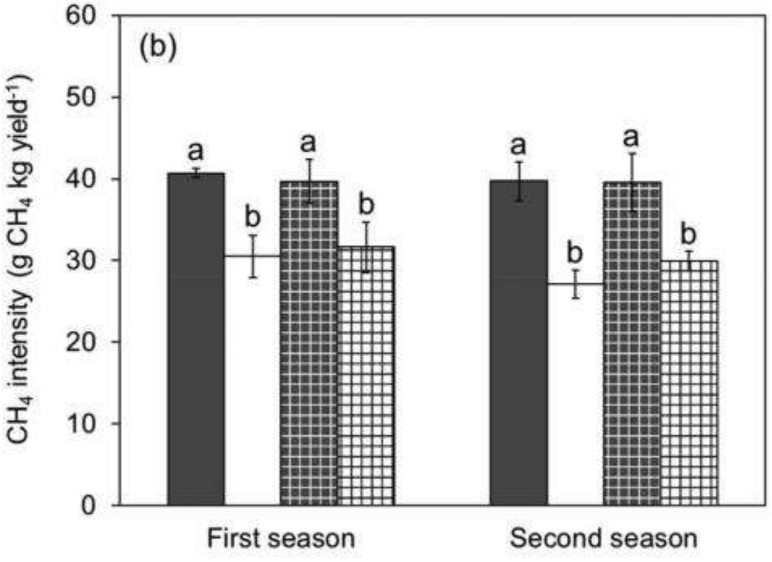
Credit: Phongsakon Tantarawongsa, Ph.D. student

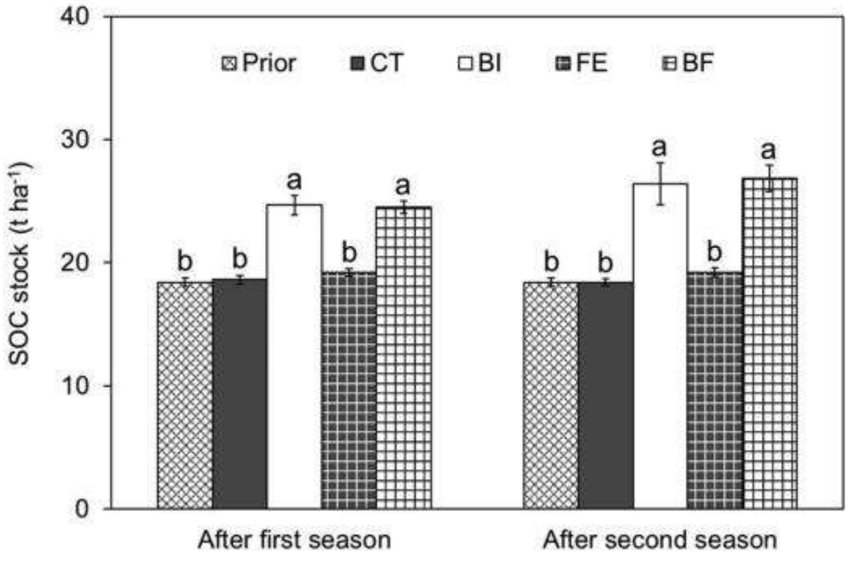
Effects of biochar on methane emission, grain yield, and soil carbon in rice cultivation in

Experimental design.

Treatment	Biochar (10 t ha^{-1} season^{-1})	Fertilizer (kg ha^{-1} season^{-1})	
		Compound	Urea
CT	0	0	0
BI	10	0	0
FE	0	233	141
BF	10	233	141







Sriphirom et al., 2021

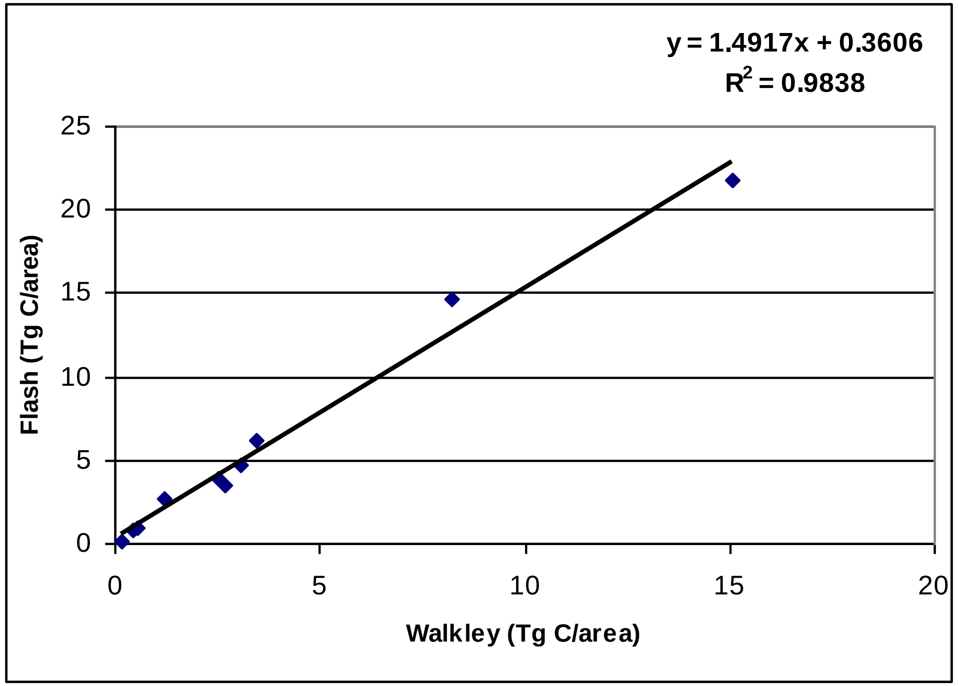
Issues that may lead to improvement

1) Time period issue:

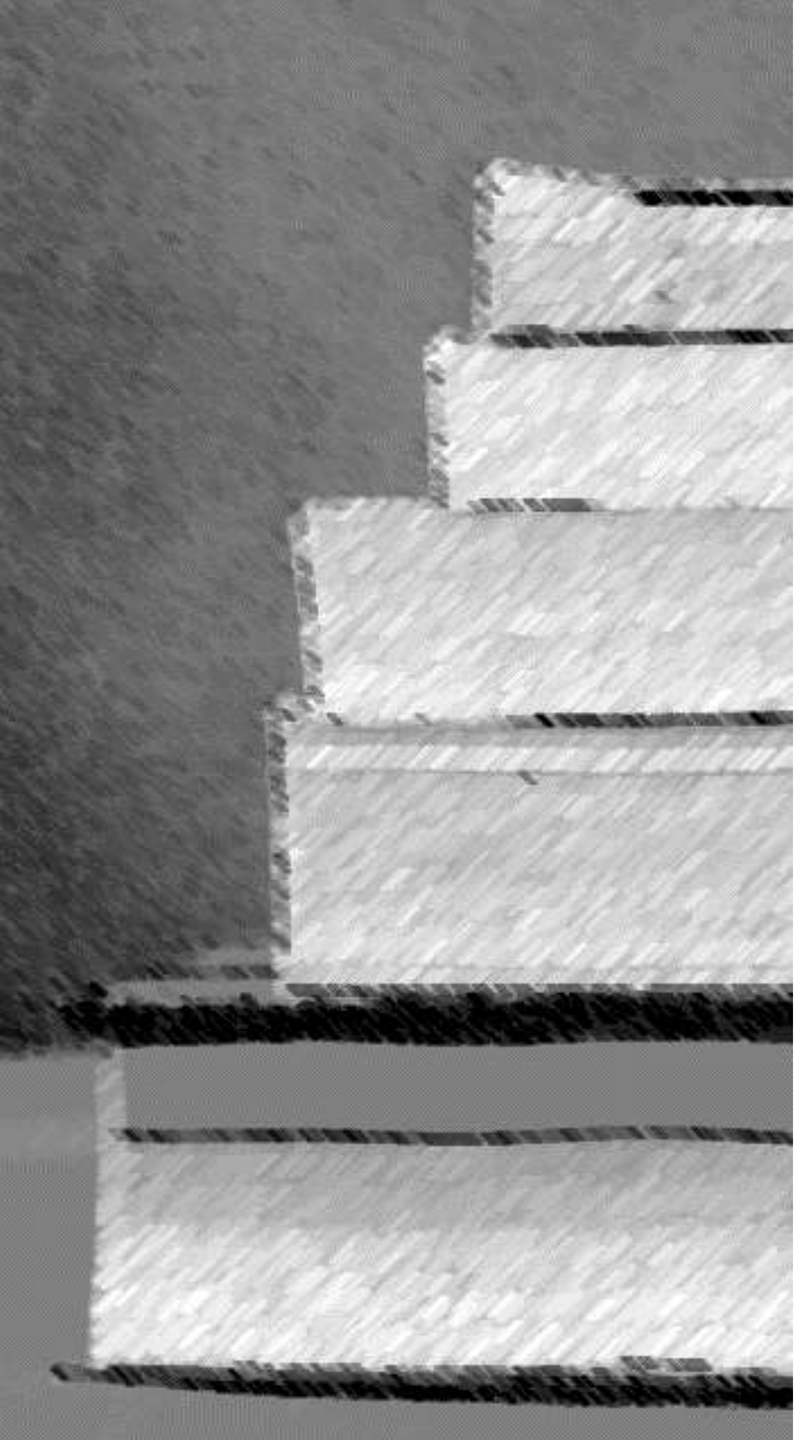
- Needs long time to detect change and monitoring data for such period of time usually not available (%SOC derived from %OM?)
- Basic data (especially bulk density & inputs) are rare.
- Long term plots may be very useful: networking & compiling data across sites to come up with reference sequestration rate may help.

2) Carbon credit

- Methodology is not yet there (worth to try.)—solid methodology is needed to link with policies (NDCs, etc.)



- 3) Analytical method: Wet oxidation vs combustion



Thank you …

- Advice, suggestions, questions are welcome.