

ОЙТ ХЭЭРИЙН БУСИЙН УУЛЫН АМНЫ ХӨРСНИЙ ОРГАНИК НҮҮРСТӨРӨГЧИЙН НӨӨЦ

Т.ТЭЛМЭН*, Д.ИХБАЯР

Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, ШУА

Telman808@gmail.com

Soil organic carbon stock of small catchment in forest steppe

The accuracy of large-scale soil organic carbon estimation depends on data availability from a site based or small-scale measurements. In this study, we estimated soil organic carbon stock (SOCS) and its distribution difference of small catchment in the forest-steppe region. The grid sampling strategy was used to collect samples that covered 3 types of landscape in Ulziit catchment and distance between samples was measured by tape measures in the fieldwork. The average SOCS of Ulziit catchment was 60.8 t ha^{-1} in 0-30 cm and fluctuation of the distribution was high (CV 62.1%). Then, the result interpreted in mountain north slope, south slope, and valley bottom. SOCS was highest (115.5 t ha^{-1}) in the bottom of the valley and SOCS at the north slope (53.3 t ha^{-1}) and south slope (38.8 t ha^{-1}) were significantly different ($P<0.05$).

Түлхүүр үг: Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, жижиг талбай дах нүүрстөрөгчийн тархалтын онцлог, уулын ар өврийн органик нүүрстөрөгчийн ялгаа.

Оршил

Органик нүүрстөрөгч гэдэг нь хөрсний шинж чанарыг тодорхойлогч чухал үзүүлэлтүүдийн нэг бөгөөд дэлхийн нүүрстөрөгчийн эргэлтийн чухал нэг хэсэг юм. Дэлхийн 1 метр хүртэл хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (ХОНН)-ийг 1500 Pg (10^{15} g) гэж тооцоолсон бөгөөд энэ нь агаар мандал болон ургамлан бүрхэвчинд агуулагдаж байдаг органик нүүрстөрөгчийг нийлүүлснээс их юм (FAO & ITPS, 2015). Хөрсөнд агуулагдах энэ их хэмжээний нүүрстөрөгчийн агууламж нь тогтвортой оршдоггүй ба бусад нүүрстөрөгчийн сан (pool) хооронд олон хэлбэрээр тогтмол харилцаж, эргэлтэд оршиж байдаг (Kane, 2015). Тийм учраас хөрсний органик нүүрстөрөгчид жижиг өөрчлөлт гарахад агаар дах хүлэмжийн хий (CO_2)-н агууламжид ихээр нөлөөлдөг (FAO, 2017). Энэ шалтгааны улмаас ХОНН болон агаар дах CO_2 -н харилцааг судлах нь уур амьсгалын өөрчлөлтийн судалгааны гол чиглэлүүдийн нэг болсон. Дэлхийн улс орнууд хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулах зорилгоор 1997 онд олон улсын Кёотогийн

* TELMEN Turmunkh. Institute Geography-Geoecology, MAS

протоколыг байгуулсан ба энэ протоколд Монгол улс 1999 онд нэгдэн орсон байдаг.

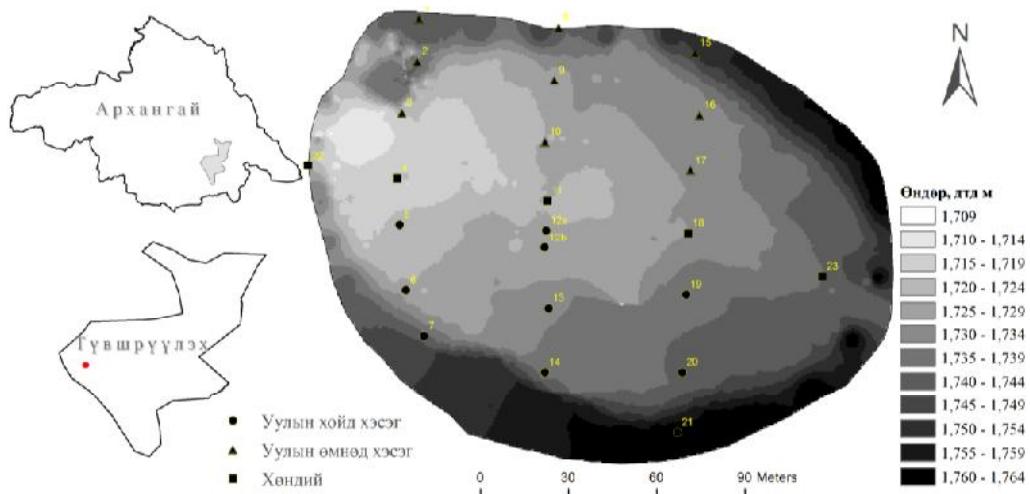
Органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг үндэсний болон аймаг, бүсийн түвшинд тодорхойлох нь дэлхийн хүрээлэн буй орчин болон уур амьсгалын өөрчлөлтийн эсрэг оруулж буй том хувь нэмэр юм. Гэвч олон эх үүсвэрийн дата болон бүрэн биш мэдээлэл зэргээс болоод үндэсний хэмжээнд ХОНН-ийг тооцоолсон судалгаануудын үр дүн хоорондоо зөрөх тохиолдол байдгийг Su болон бусад судлаачид (2006) Хятад улсыг хамарсан хэд хэдэн судалгаанд шинжилгээ хийн тэмдэглэн үлдээжээ. Тиймээс жижиг талбайд ХОНН-ийг нарийвчлан судлах нь цаашдын том талбайг хамарсан төсөл, судалгааны нарийвчлалыг сайжруулахад тус болох юм.

Энэ судалгааны зорилго нь хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийг жижиг талбайд нарийвчлан тодорхойлох болно. Үүний тулд бид жижгэвтэр уулын амыг сонгон торлолын аргаар гадаргын бүх хэлбэрийг хамарсан дээж аван судалгааг хийсэн.

Арга зүй

Судалгааны талбай

Судалгааг Архангай аймаг, Төвшрүүлэх сум, Өлзийтийн аманд хийсэн. Сонгосон ам нь 2.4 км² талбайтай далайн түвшнөөс дээш 1709 м-с 1764 м-н өндөрт оршино. Өлзийтийн аманд *Нимгэн Чулуурхаг Хархүрэн*, *Сайргархаг Хархүрэн*, *Цэвдэгт Бараан*, *Чулуурхаг Хархүрэн*, *Сайргархаг Хүрэн* хөрс тархсан.



Зураг 1. Судалгааны талбай

Өлзийт аманд сонгосон талбай баруунаас зүүн тийш 200м урттай, хойноос урагш 150 м өргөнтэй харьцангуй жижиг талбай учир хиймэл дагуулын мэдээгээр нарийвчлал сайтай өндрийн тоон загвар гаргахад бэрхшээлтэй. Тиймээс хээрийн судалгаагаар GARMIN GPS ашиглан трансект хийн 388 цэгийн мэдээг ашиглан IDW интерполяци аргаар өндрийн тоон загварыг гаргасан (Зураг 1).

Хээрийн судалгаа, лабораторын арга зүй

Архангай аймаг, Төвшрүүлэх сум, Өлзийтийн аманд хээрийн судалгааг 2019 оны 7-р сарын 5-6 хооронд хийн торлолын аргаар 23 цэгээс дээж авсан. Дээж хоорондын зайлтуузан метр ашиглан 20x50 метрийн хэмжээтэйгээр торлол үүсгэсэн. Хөрсний дээжийг ШУА, Газарзүй-Геэкологийн хүрээлэнийн Хөрс судлалын лабораторт агаарын хуурай нөхцөлд хатааж 2 мм-ээр шигшиж задлан шинжилгээнд бэлдсэн. ХОНН-ийг тодорхойлоход ашигласан үзүүлэлтүүд болох органик бодисын агууламжийг Тюрины аргаар, чулууны агууламжийг шигшиж жигнэх аргаар, эзлэхүүн жинг бүоксний эзлэхүүн дэх хуурай хөрсний хэмжээгээр тус тус тодорхойлсон.

Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн хэмжээг (*SOC*) тодорхойлохдоо органикийн агууламж (*SOM*)-ыг Vemmelen-ний тогтмолоор хувааж олсон.

$$SOC = SOM(\%) \div 1.724 \quad (1)$$

Органик нүүрстөрөгчийн нөөц (*SOC*) тооцох:

$$SOC = SOC \times h \times BD \times (1 - st) \quad (2)$$

SOC- Хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц, тн/га;

SOC- хөрсний органик нүүрстөрөгч, %;

h- хөрсний зузаан, см;

BD- хөрсний эзлэхүүн жин, гр/см³;

st- чулууны агууламж.

Статистик тооцоолол

Судалгааны талбайн гадаргын хэлбэрүүд (хөндийн ёроол, уулын ар болон өвөр хэсэг) дэх органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн дунджийн ялгааг “One Way ANOWA” статистик аргаар тодорхойлсон. Null hypothesis -г бүх гадаргын хэлбэр дээр ижил гэж авч үзсэн. “One Way ANOWA” нь харьцуулах хэсгүүдийн вариац утгыг тэнцүү, хэвийн тархалттай гэж таамагладаг. Энэхүү таамаглалыг Levene’s test- ээр тооцоолол хийхийн өмнө шалгасан. Бүх статистик тооцооллыг IBM SPSS 23 программ дээр гүйцэтгэсэн.

Үр дүн

Архангай аймаг, Төвшрүүлэх сум, Өлзийтийн аманд ХОНН-г тооцоолоход ашиглагдсан хөрсний үзүүлэлтүүдийн үр дүнг Хүснэгт 1-т харууллаа. Хөрсний органикийн агууламж (%), чулууны агууламж (%), эзлэхүүн жин (гр см⁻³) зэрэг үзүүлэлтийг ашигласан ба нөөц тооцох гүнийг 0-30 см (хөндийн төвд хийсэн зүсэлтэд 60 см, 100 см) стандарт гүнээр тооцсон.

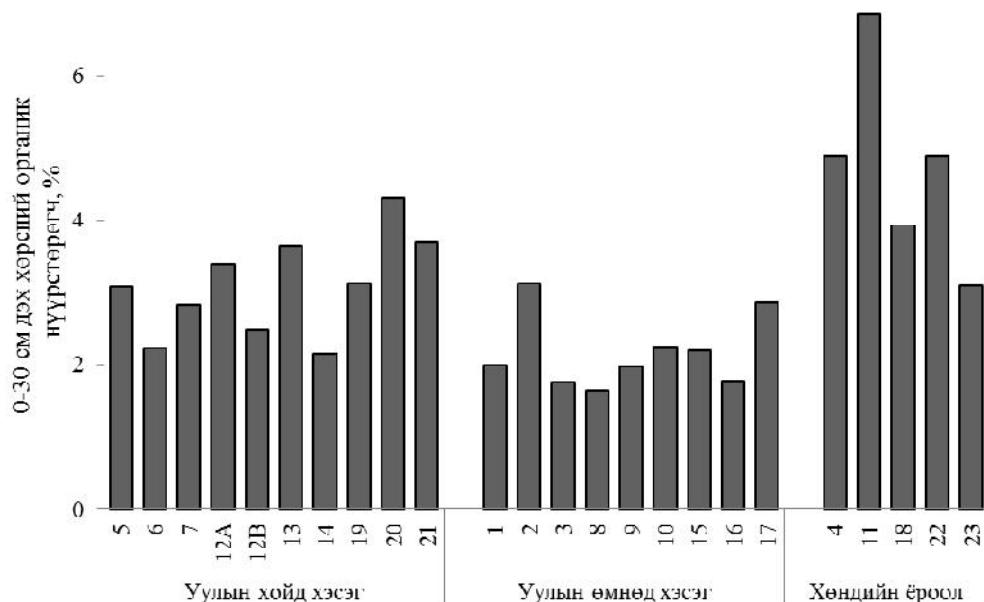
Хүснэгт 1. ХОНН-ийг тодорхойлоход ашигласан үзүүлэлтүүд

	Зүсэлт	Гүн, см	Органик %	Чулуу, %	Эзлэхүүн жин, гр см ⁻³
Уулын хойд	5	0-30	5.301	6.4	1.11
	6	0-30	3.832	20.3	1.21
	7	0-30	4.857	21.1	1.06
	12A	0-30	5.821	13.4	0.98
	12B	0-30	4.276	54.3	1.11
	13	0-30	6.252	74.1	0.98
	14	0-30	3.690	62.5	1.22
	19	0-30	5.380	36.3	1.04
	20	0-30	7.440	72.9	0.96
	21	0-30	6.350	78.7	1.11
Уулын өмнөд	1	0-30	3.430	43.5	1.21
	2	0-30	5.374	75.3	1.28
	3	0-30	3.017	54.8	1.41
	8	0-30	2.846	50.4	1.15
	9	0-30	3.384	56.7	1.21
	10	0-30	3.843	23.9	1.22
	15	0-30	3.775	69.8	1.48
	16	0-30	3.040	56.6	1.25
	17	0-30	4.921	29.4	1.09
	Хөндийн ёроол	4	0-30	8.431	0.75
	11	0-30	11.805	0.0	0.84
		30-60	5.526	19.5	0.95
		60-100	3.950	22.7	0.99
	18	0-30	6.767	17.1	0.91
	22	0-30	8.436	8.0	0.96
	23	0-30	5.334	18.0	1.12

Органикийн агууламж уулын хойд хэсэгт дунджаар 5.3% байгаа бол уулын өмнөд хэсэгтээ 3.7% -н агууламжтай буюу хойд хэсгээсээ 30 хувь бага байна. Харин уулын хөндий хэсэгт хамгийн их органикийн агууламж (7.1%) хуримтлагдсан байна.

Чулууны агууламж эсрэгээрээ хөндийн хэсэгт хамгийн бага 13.3% байна. Мөн уулын өмнөд (51.1%) хэсэгт хойд хэсгээсээ (44%) их байна.

Эзлэхүүн жингийн хувьд хөндийн хэсэгт хамгийн хамгийн бага 0.93 гр см⁻³ байна. Энэ нь Өлзийт амын хөндийн хэсэгт нугын хэв шинж бүрэлдэж *Нугын Цэвдэгт* хөрс тархсантай холбоотой. Харин уулын өмнөд ба хойд хэсэгт эзлэхүүн жин тус бүр 1.26 гр см⁻³ болон 1.08 гр см⁻³ байна (Хүснэгт 1).



Зураг 2. 0-30 см хөрсний органик нүүрстөрөгчийн агууламж

Органик нүүрстөрөгчийн агууламжийг томьёо 1-н дагуу тооцож үзэхэд Өлзийт амын хэмжээнд дунджаар 3.1%-н органик нүүрстөрөгчийн агууламжтай байна. Уулын хойд хэсэг, өмнөд хэсэг болон хөндийн ёроолын хөрс гэж хувааж тооцоход уулын хойд хэсэгт 3.1%, уулын өмнөд хэсэгт 2.1%, хөндийн ёроолд 4.1%-н органик нүүрстөрөгчтэй байна (Зураг 2).

Дээрх үзүүлэлтүүдийг ашиглан ХОНН-н нөөцийг гадаргын хэлбэр бүрт 0-30 см-н тогтмол үед тооцсон үр дүнг Хүснэгт 2-р үзүүллээ.

Хүснэгт 2. Өнгөн 0-30 см дэх ХОНН-ийн тодорхойлогч статистик

	Хамгийн их утга	Хамгийн бага утга	Дундаж	Стандарт хазайлт	Вариацын коэффициент, %
Уулын хойд (<i>n</i> =10)	95.7	26.2	53.3	25.7	48.2
Уулын өмнөд (<i>n</i> =9)	66.1	28.1	38.8	14.9	38.4
Хөндийн ёроол (<i>n</i> =5)	172.4	85.5	115.5	36.1	31.3
Нийт талбайд (<i>n</i> =23)	172.4	26.2	60.8	37.8	62.1

Өлзийт амын нийт талбайн ХОНН өнгөн 0-30 см гүнд 26.2 тн га⁻¹-аас 172.4 тн га⁻¹-н хооронд хэлбэлзэж дунджаар 60.8 тн га⁻¹ байна. Вариацын

коэффициент 62.1% -тай байгаа нь судалгааны талбайд органик нүүрстөрөгчийн нөөц ялгаа ихтэй тархсаныг харуулж байна. Гадаргын хэлбэрээр нь тооцож үзэхэд уулын өмнөд хэсэгт дунджаар 38.8 тн га⁻¹ нөөцтэй буюу хамгийн бага байсан ба вариацын коэффициент 38.4% байна. Харин хөндийн ёроолд хамгийн их органик нүүрстөрөгчийн нөөцтэй дунджаар 115.5 тн га⁻¹ байна. Үүнээс гадна хөндийн ёроолд вариацын коэффициент хамгийн бага (31.39%) буюу хэлбэлзэл багатай жигд тархалттай байна. Уулын хойд хэсэгт өмнөд хэсгээ бодвол ХОНН их (53.3%) байгаа ч мөн вариацын коэффициент их (48.2%) буюу тархалт жигд биш байна (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 3. Levene тестийн үр дүн

Test of Homogeneity of Variances results			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.925	2	21	.056

Вариацын утгын ижил шинжийг Levene тестээр шалгаж үзэхэд $P=0.056$ буюу альфа утгаас их учир хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн вариацын утгыг гадаргын хэлбэр бүрт ижил гэж авч үзсэн тэг таамаглал (Null hypothesis) няцаагдсангүй. Өөрөөр хэлбэл, уулын хойд хэсэг, урд хэсэг, хөндийн ёроолын хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн вариац утга ялгаатай гэж батлагдсангүй (Хүснэгт 3). Тиймээс бид *One Way ANOVA* тестийг тооцоолох боломжтой болж байна.

Хүснэгт 4. *One Way ANOVA* тестийн үр дүн

ANOVA results					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	19851.7	2	9925.8	16.1	.00006
Within Groups	12944.8	21	616.4		
Total	32796.6	23			

One Way ANOVA тестийн үр дүнгээс харахад ХОНН гадаргын 3 хэлбэрийн дор хаяж 2-т нь хоорондоо статистикийн хувьд ялгаатай ($F=16.1$, $P<0.05$) гэдэг нь харагдаж байна (Хүснэгт 4). Гэвч аль гадаргын хэлбэр хоорондоо хэр ялгаатайг мэдэх боломжгүй учраас Фишерийн LSD post hoc тестээр шалгаж үзэхэд бүх хувилбар хооронд $P<0.05$ буюу уулын ар, өвөр болон хөндийн хэсгүүд бүгд хоорондоо статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаатай байна.

Өлзийт амын хөндийн хэсэгт нугын хэв шинж бүрэлдсэн ба хуримтлалын нөлөөгөөр хөрс нь зузаан байсан. Оройгоос бэл хүртэл 5 бүрэн зүсэлт хийхэд Нугын Цэвдэгт (Зүсэлт 4, 11, 18, 22), Чулуурхаг Хархүрэн (Зүсэлт 22) хөрс тогтвортжсон байсан. 4, 11, 18, 22 дугаартай цэгүүдэд тус бүр 123 см, 120 см, 139 см, 80 см-н гүнээс цэвдэгт үе эхэлсэн.

Судалгааны талбайн төв цэгт (E 101.85282 $^{\circ}$, N 47.37741 $^{\circ}$) хийсэн зүсэлт №11-т 1 метр хүртэл тогтмол гүнүүдэд ХОНН-г тооцсон.



Зураг 3. 1 метр хүртэлх органик нүүрстэрөгчийн нөөц

Өлзийт амын хөндийн төвд хийсэн зүсэлтэд ХОНН-г тооцсон дүнгээс үзэхэд өнгөн 0-30 см гүнд хамгийн их 172 тн га $^{-1}$, түүнээс доош 60 см хүртэл дээд үеэсээ 100 тн га $^{-1}$ -аар бага буюу 73 тн га $^{-1}$ байна. Харин 60-100 см гүнд 30-60 см-тэй ойролцоо 70 тн га $^{-1}$ байна. Нийтдээ 1 метр хүртэл 315 тн га $^{-1}$ ХОНН-тэй байна (Зураг 3).

Хэлэлцүүлэг

Жижиг талбайд ХОНН-ийг нарийвчлан судлах нь цаашдын томоохон талбайг хамарсан судалгааны үр дүнгийн нарийвчлалыг сайжруулах ач холбогдолтой (Su et al., 2006) учраас энэ судалгаанд Архангай аймгийн Төвшрүүлэх сумын Өлзийт амыг сонгон торлолын аргаар гадаргын бүх хэлбэрийг хамарсан дээж аван судалсан. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд харьцангуй жижиг (2.4 км 2) талбайтай Өлзийт аманд ХОНН-ийн вариацын коэффициент 62.1% буюу ялгаа ихтэй тархалттай байна. Уулын өвөр, ар, хөндийн хэмээн гадаргын хэлбэрээр хуваан ХОНН-г тооцоолоход бүгд хоорондоо статистик ялгаатай гэдэг нь Фишерийн LSD post hoc тестийн үр дүнгээр ($P<0.05$) батлагдсан. Үүний шалтгаан нь уулын ар өврийн ургамалжилт (Canton, 1953) болон нар тусах хугацаа-өнцгийн ялгаатай (Swift & Knoerr, 1973) байдагтай холбоотой. Мөн Өлзийт амын хөндийд нугын хэв шинж бүрэлдсэн ба *Нугын Цэвдэгт* хөрс тархжээ. Энэ төрлийн хөрс их хэмжээний органик нүүрстэрөгчийн нөөцтэй байдаг ба доройтсон тохиолдолд бусад төрлийн хөрснөөс илүү CO $_2$ -г агаарт ялгаруулдаг (Joosten, 2010). Үүнээс гадна жижиг уулын хөндийд тогтвортжсон энэ төрлийн хөрс талбайн хувьд бага учраас бэлчээрийн даац хэтрэх, доройтох эрсдэл ихтэй. Тийм учраас цаашид уулын хөндийн жижиг талбайд тогтвортжсон

органикийн өндөр агууламжтай хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөцийн өөрчлөлтийг судлах хэрэгтэй.

Дүгнэлт

Архангай аймаг Төвшрүүлэх сумын Өлзийт аманд хийсэн хөрсний органик нүүрстөрөгчийн нөөц (ХОНН)-ийн судалгаагаар нийт талбайн хэмжээнд 0-30 см-н гүнд дунджаар 60.8 тн/га байна. Уулын ар, өвөр, хөндийн хэсэгт тус тусад нь судалж үзэхэд уулын ар хэсэгт дунджаар 53.3 тн га⁻¹ ХОНН-тэй Хархүрэн, Чулуурхаг Хархүрэн хөрс тархсан байна. Харин уулын өмнөд хэсэгт Нимгэн Чулуурхаг Хархүрэн, Сайргархаг Хархүрэн, Хархүрэн, Сайргархаг Хүрэн төрлийн хөрс тогтвортойсон ба ХОНН дунджаар 38.8 тн га⁻¹ буюу уулын ар хэсгээсээ ялгаатай байна ($P<0.05$). Мөн уулын ар хэсэгтээ өвөр хэсгээсээ хөрсний зузаан илүү, чулууны агууламж бага байна. Хөндийн хэсэгт хамгийн их ХОНН-тэй буюу 0-30 см-т дунджаар 115 тн га⁻¹, 1 метрт 315 тн га⁻¹ байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- Calvin D. (2011). Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide Third Edition. Wiley-Black Well publication.
- FAO (2017). Soil Organic Carbon: the hidden potential. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy.
- Joosten H. (2010). The global peatland CO₂ picture: Peatland status and drainage related emissions in all countries of the world. Ede, The Netherlands: Wetlands International.
- Kane D. (2015). Carbon sequestration potential on agricultural lands: A review of current science and available practices.
- Swift L.W., Knoerr K.R. (1973). Estimating solar radiation on mountain slopes. Agricultural Meteorology 12. 329-336.
- Su Z.Y., Xiong Y.M., Zhu J.Y., Ye Y.C., Ye M. (2006). Soil organic carbon content and distribution in a small landscape of Dongguan, South China. Pedosphere 16(1). 10-17.