

ХӨРСНИЙ ШИРХЭГИЙН БҮРЭЛДЭХҮҮНИЙ ОЛОН УЛСЫН БА КАЧИНСКИЙ АНГИЛЛЫН ЯЛГАА

Д.ИХБАЯР, Г.ЭЛБЭГЗАЯА

Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, ШУА

lkhbayar1986@gmail.com

Differences of hydrometer and pipette method is determined of soil texture

Soil texture is the relative proportion of sand, silt, and clay in soil. Particle size distribution is one of the most influential factors of soil physical properties. The sand, silt, and clay contents of 48 soil samples were determined using the classification of Kachinsky (russian) and classification of United States Department of Agriculture (USDA). There are also differences in the analytical result obtained from the Kachinsky and USDA classification. Classification of USDA is easier to use, quicker and convenient for routine analyses but is less precise than classification of Kachinsky.

Түлхүүр үгс: хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн, элс, тоос, шавар

Оршил

Хөрсний хатуу хэсгийг бүрдүүлж байгаа жижиг ширхэгүүдийг хэмжээгээр нь ангилаад тэдгээрийг хувиар илэрхийлснийг хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн гэнэ (Shukla, 2008). Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнээс хөрсний физик, хими, биологийн шинж чанар их хамаардаг ба хөрсний ус-физик шинжийн гол үзүүлэлт юм.

Манай оронд 2000 оноос өмнө хийгдэж ирсэн хөрсний судалгаа шинжилгээ нь Качинскийн ангилал, аргачлалыг баримталдаг байсан бол түүнээс хойш олон улсын ангилал (USDA), аргачлалыг түгээмэл ашиглах болсон. Өмнө хийгдэж байсан хөрсний судалгаа болон тухайн үеийн материалыг олон улсын ангилалаар (USDA) илэрхийлэх мөн харьцуулахад хүндрэл гарсаар байна. Учир нь хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүний ялгаатай ангилал, нэршлийн зөрүүтэй байдлаас болж байна.

Манай орны хувьд хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн тодорхойлдог олон улсын (USDA) болон Качинскийн ангиллыг хооронд нь харьцуулсан судалгаа урьд өмнө нь хийгдэж байгаагүй, энэ талын судалгааны мэдээ материал хомс байдаг.

Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг тодорхойлох нь хөрсний ус физикийн шинж чанарын талаар үнэлэлт, дүгнэлт өгөх, газар ашиглалт, газар тариалан, авто зам, барилга байгууламж барих, хөрсний мониторинг, нөхөн сэргээлт хийхэд чухал үзүүлэлт болж байна.

Судлагдсан байдал

Олон улсын Дэлхийн хөрсний шинжлэх ухааны нийгэмлэг (USDA) 1951 оноос хойш хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг тэнцүү талт гурвалжинд байршуулж 12 ангилалд хувааж улс орнууд өөрсдийн орны хөрсний онцлог, шинж чанарт тохируулан хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүний ангиллыг хэрэглэж байна. Жишээ нь: Австрали улсад хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг 11, Канадад 13, Францад 17 (GEPPA систем), Германд 31 (Bodenartendiagramm, 1994) ангилалд хуваасан байдаг (Julien Moeys, 2010).

Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг бүрдүүлж байгаа ширхэгүүдийг дотор нь элс, тоос, шавар гэж ерөнхийд нь ангилдаг. Качинскийн аргачлалд 1 мм диаметрээс доош хэмжээтэй ширхэгүүдийг нунтаг шороон хэсэг, 1-3 мм диаметртэй хэсгүүдийг чулуунд тооцдог бол, олон улсад (USDA) 2 мм диаметрээс доош хэмжээтэй ширхэгүүдийг нунтаг шороон хэсэгт, түүнээс дээш хэмжээтэйг чулуу гэж үздэг. Элс нь качинскийн ангилалаар 1-0,05 мм, шавар нь 0,001 мм-с доош диаметртэй, олон улсын (USDA) ангилалаар элс 2-0,05 мм, шавар 0,002 мм-с бага диаметртэй ширхэгийг хэлдэг.

2008 онд батлагдсан MNS 5850:2008 стандарт нь олон улсын ангилалд (USDA) тулгуурласан ба хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг 12 ангид хуваасан байна ("Хөрс бохирдуулагч бодис болон элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ" стандарт MNS 5850:2008).

Судалгааны аргазүй

Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг тодорхойлдог олон аргазүй байдаг. Лабораторид лазер дифракцийн арга (laser diffraction), качинскийн арга (pipette method), гидрометрийн арга (hydrometer method), шигшүүрийн (sieving method) аргаар тодорхойлдог бол хээрийн нөхцөлд оосор үүсгэх нойтон арга (feel method), эзлэхүүний аргаар (volume method) тодорхойлдог. Качинскийн ангилал болон олон улсын (USDA) ангилал нь Стоксын хуулинд суурилдаг (Andres et al., 2014).

$$\text{Стоксын томъёо: } V = \frac{2}{9} r^2 \frac{(D_1 - D_2) \cdot g}{h} \quad (1)$$

г- ширхэгийн радиус, см

V- ширхэгийн унах хурд, см сек⁻¹

D₁ - хөрсний нягт, (2.65 г см⁻³)

D₂-усны нягт, г см⁻³

g-чөлөөт уналтын хурдатгал, (9.81 м² сек⁻¹)

h-шингэний өтгөрөл

Качинскийн ангилалаар тодорхойлох аргачлал

Н.А.Качинскийн ангилалд физик элс ($>0.01\text{мм}$), физик шаврын ($<0.01\text{мм}$) агууламжийн харьцаагаар хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг 9 ангилалд хувааж үздэг (Хүснэгт 1). Энэхүү аргачлал нь ширхэгийн усанд унах хурд ба түүний хэмжээ хоорондын хамааралд тулгуурладаг (Качинский, 1958). Качинскийн ангилал нь нарийвчлал сайтай арга хэдий ч цаг хугацаа их шаарддаг, өдөр тутмын шинжилгээнд тохиромж муутай арга юм (Gee & Or, 2002).

Олон улсын ангилалаар (USDA) тодорхойлох аргачлал

Хөрсийг цилиндртэй усанд хийн холилдуулахад, хөрсний жижиг хэсгүүд диаметрээсээ хамаарч харилцан адилгүй хугацаанд тунадаг (Flury, 2009). Шингэн дэх ширхэгийн уналтын хугацаагаар хөрсний ширхэгүүдийг тооцоолж гаргадаг (Hillel, 1980). Энэ хугацааг ашиглаад тухайн үед уусмалд хөвж буй жижиг хэсгүүдийн хэмжээг нь гидрометрээр хэмждэг. Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг лабораторид гидрометрээр хэмжин, тэнцүү талт гурвалжны аргаар тодорхойлж нэршил өгнө (FAO, 2006).

Хүснэгт 1. Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүний ангилал (MNS 5850:2008)

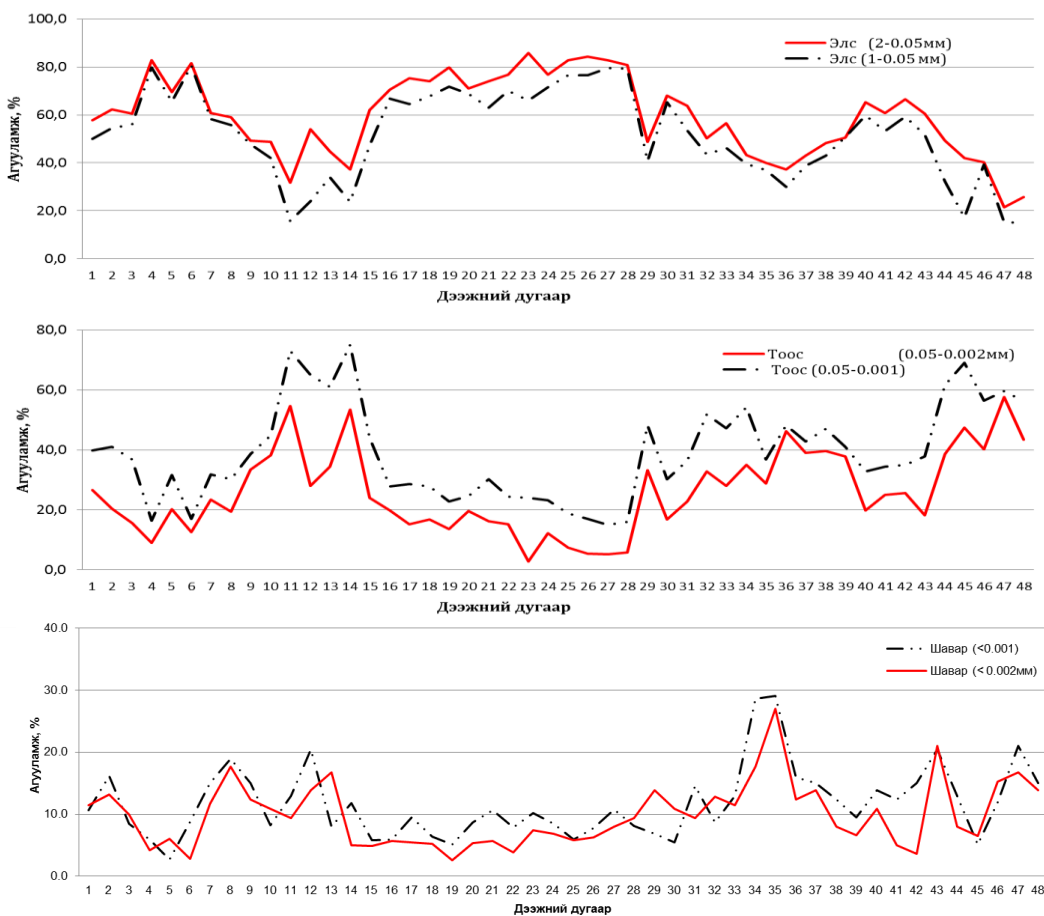
	Олон улсын (USDA)		Качинскийн ангиллаар
Механик бүрэлдэхүүний төрөл	Механик бүрэлдэхүүний анги	Soil textural class	Физик шавар % ($<0,01\text{ мм}$)
Элсэрхэг	Элс	Sand	<20
	Нарийн элс	Loamy sand	
	Элсэнцэр	Sandy loam	
Шавранцар	Элсэрхэг шавранцар	Sandy silty liam	20-40
	Шавранцар	Loam	
	Хөнгөн шавранцар	Silty loam	
	Тоос	Silt	
Шаварлаг	Наангирхаг шавранцар	Clay loam	>40
	Элсэрхэг шавар	Sandy clay	
	Тоосорхог шавар	Silty clay	
	Хүнд шавранцар	Silty clay loam	
	Шавар	Clay	

Статистик анализ

Тоон мэдээллийг статистик аргаар боловсруулдаг SPSS программын тусламжтайгаар дээр хоёр аргын ялгаа, хамаарлыг бодууллаа. Хоёр аргаар тодорхойлогдсон ширхэгүүдийн хамаарлыг шугаман графикаар харуулав.

Судалгааны үр дүн

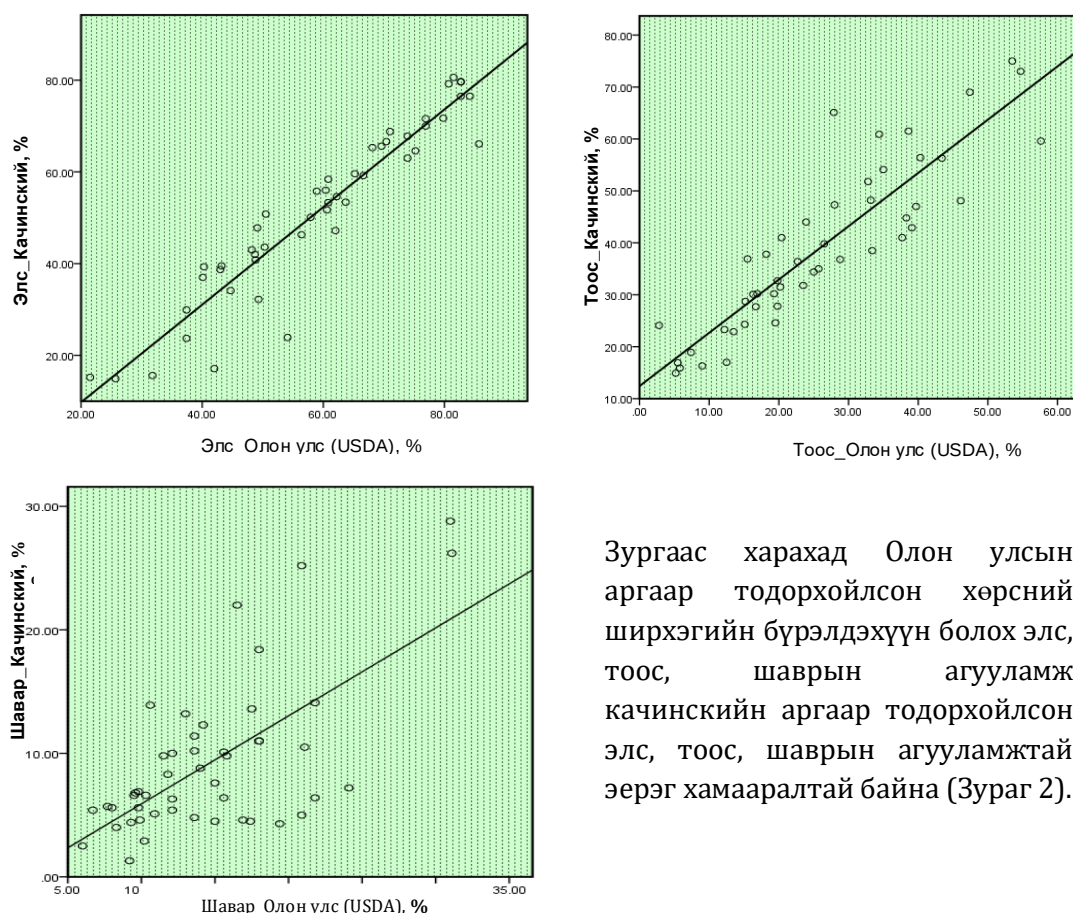
Нийт 16 хэвшинжийн 48 ш хөрсний дээж сонгон хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг качинский ба олон улсын (USDA) ангилалаар тодорхойлсон ба 3 давталттайгаар хийгдсэн 288 ш задлан шинжилгээний дунджаар үр дүнг боловсрууллаа. Хөрсний дээжийг аргагүйн дагуу тодорхойлохын тулд олон улсын ангилалаар хөрсний дээжийг 2 мм-ийн диаметртэй шигшүүрээр, качинскийн ангилалаар тодорхойлохдоо 1 мм-ийн диаметртэй шигшүүрээр шигшсэн болно.



Зураг 1. Олон улсын (USDA) болон Качинскийн ангилалаар тодорхойлсон элс, тоос, шаврын дундаж агууламжийн ялгаа.

Дээрх хоёр аргаар тодорхойлсон элсний агууламжийг хооронд нь харьцуулахад олон улсын аргаар элс (2-0.05 мм)-ний дундаж агууламж 56,5%, тоос (0.05-0.002 мм) 32,9%, шавар (<0.002 мм) 10,8% байхад качинскийн ангилалаар элсний (1-0.05 мм) дундаж агууламж 51,8%, тоос (0.05-0.001 мм) 39,0%, шавар (<0.001 мм) 9,2% байна.

Монгол орны хөрс судлал (2017)



Зургаас харахад Олон улсын аргаар тодорхойлсон хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн болох элс, тоос, шаврын агууламж качинскийн аргаар тодорхойлсон элс, тоос, шаврын агууламжтай эерэг хамааралтай байна (Зураг 2).

Зураг 2. Хоёр янзын ангилалаар тодорхойлсон хөрсний элс, тоос, шавар ширхэгүүдийн хоорондох корреляци харилцан хамаарал.

Хүснэгт 2. Хоёр ялгаатай аргуудын статистик үзүүлэлт.

Ширхэгийн нэр (Size class)	Дээжний тоо, n	Давталт, f	Корреляци R^2	Шугаман хамаарал, (Linear regression)
Элс (Sand)	48	3	0,897	$0,712x-1,207$
Тоос (Silt)	48	3	0,801	$1,026x+12,418$
Шавар (Clay)	48	3	0,429	$1,064x-11,524$

Дээрх хоёр аргаар тодорхойлогдсон хөрсний ширхэгүүдийн хоорондын хамаарлын эрчмийг бодуулахад элснийх $R^2=0.897$ буюу хүчтэй, тоосных $R^2=0.801$ буюу мөн хүчтэй, харин шаврын агууламж өөр хоорондоо $R^2=0.429$ буюу сул хамааралтай байна (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 3. Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг тодорхойлсон нэршлийн ялгаа

Хөрсний нэр	Гүн, см	Олон улсын ангилал (IUSS)	Качинскийн ангилал
		Ширхэгийн бүрэлдэхүүний нэршил	
Тайгын ширэгт	0-6	хөнгөн шавранцар	дунд шавранцар
	6-20	элсэнцэр	хөнгөн шавранцар
	20-30	элсэрхэг шавранцар	хөнгөн шавранцар
Элсэн хучаастай	0-6	элсэнцэр	элсэнцэр
	6-24	элсэнцэр	холбоо элс
	24-48	нарийн элс	элсэнцэр
Шалархуу	2-8	элсэнцэр	элсэнцэр
	8-35	хөнгөн шавранцар	дунд шавранцар
Шавранцар хархүрэн	0-20	хөнгөн шавранцар	дунд шавранцар
	20-40	хөнгөн шавранцар	дунд шавранцар
	40-65	шавранцар	дунд шавранцар
Ойн бараан	0-7	элсэнцэр	хөнгөн шавранцар
	7-18	хөнгөн шавранцар	дунд шавранцар
	18-40	шавранцар	дунд шавранцар
Чулуугүй, Харшороон	0-12	элсэнцэр	элсэнцэр
	12-35	элсэнцэр	хөнгөн шавранцар
	35-50	хөнгөн шавранцар	дунд шавранцар
Шаварлаг хужир	0-2	дунд шавранцар	дунд шавранцар
	2-13	хөнгөн шавранцар	хөнгөн шавранцар
	13-35	шавранцар	дунд шавранцар
	35-60	шавранцар	хөнгөн шавранцар
Тариалангийн хархүрэн	0-25	элсэнцэр	хөнгөн шавранцар
	25-50	элсэрхэг шавранцар	хөнгөн шавранцар
Шавранцар мараалаг хархүрэн	0-18	хөнгөн шавранцар	дунд шавранцар
	18-30	шавранцар	дунд шавранцар
	30-60	шавранцар	хүнд шавранцар

Качинскийн ангилал, олон улсын (USDA) ангилалаар тодорхойлсон хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүний нэршлийг зарим хэвшинжийн хөрснөөс харьцуулж харахад олон улсын (USDA) ангилалаар тодорхойлсон хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн хөнгөн байхад качинскийн ангилалаар тодорхойлсон ширхэгийн бүрэлдэхүүн хүнд болон өөрчлөгдсөн байна.

Дүгнэлт

Качинскийн болон Олон улсын (USDA) аргачлалаар үр дүнг харьцуулахад хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн болон ширхэгийн бүрэлдэхүүний нэршлийн хувьд ялгаатай гарсан.

Олон улсын (USDA) аргачлалаар тодорхойлсон ширхэгүүдийн дундаж агууламжийг качинскийн аргачлалаар тодорхойлсон үр дүнтэй харьцуулахад элсний эзлэх хувь 1.1-8.7%-иар их, тоосны эзлэх хувь 1.9-13.1%-иар бага, шаврын эзлэх хувь 0.8-5.4%-иар их байна. Учир нь хөрсний дээжийг тухайн аргазүйн дагуу тодорхойлохын тулд олон улсын ангилалаар хөрсний дээжийг 2 мм-ийн диаметртэй шигшүүрээр, качинскийн ангилалаар тодорхойлохдоо 1 мм-ийн диаметртэй шигшүүрээр шигшсэнтэй холбоотой (2-1 мм диаметртэй ширхэгүүд нэмэгдэнэ).

Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүний нэршлийг харьцуулахад олон улсын ангилалаар нэрлэхэд хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн хөнгөн байхад, качинскийн ангилалаар нэрлэхэд хүнд болон өөрчлөгдөж байна.

Ихэнх оронд 2 мм диаметрээс доош хэмжээтэй ширхэгүүдийг нунтаг шороон хэсэг, түүнээс дээш хэмжээтэйг чулуу гэж үзэн олон улсын (USDA) ангилалыг түлхүү ашигладаг байна.

Цаашид хөрсийг 2 мм-ээр шигшиж хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг тодорхойлох нь бусад орны судлаачдын бүтээл, судалгааны материалтай харьцуулах давуу талтай болж байгаа юм. Олон улсын (USDA) ангилал нь Качинскийн ангилалыг бодвол нарийвчлал багатай хэдий ч цаг хугацаа хэмнэсэн, өдөр тутмын шинжилгээнд ашиглахад тохиромжтой, хэрэглэхэд хялбар арга юм.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ, МАТЕРИАЛ

Ихбаяр, Д. 2016. Хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн. Монгол орны хөрсний ус-физик шинж чанар, чийгийн нөөц сэдэвт эрдэм шинжилгээний ажил. Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн. ШУА.

Качинский, Н.А. 1958. Механический и микроагрегатный состав почвы методы его изучения. АН СССР. Москва.

Хөрс бохирдуулагч бодис болон элементүүдийн зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ. Монгол Улсын стандарт MNS 5850:2008

Andres, N., Beretta, Ana., Silbermann, V., Leonardo Paladino. 2014. Soil texture analyses using a hydrometer: Modification of the Bouyoucos method. Institute National Agroculture in Uruguay.

Food and agriculture organization of the United Nations. 2006. Guidelines for Soil description. Fourth edition. Rome. 25-27 pp, 50-51 pp.

Gee, W.G., Or. D. 2002. Particle-Size analysis. Methods of Soil Analysis. pp 255-293.

Hillel, D. 1980. Application of Soil Physics. Academic Press. 385 pp.

Julien Moeys. 2010. Functions for Soil texture Plot and Classification. 10 pp.

Markus Flury. 2009. Soil Physics Laboratory manual. Department of Grop and Soil Sciences Washington State University. 17 pp.