

RAOUL DUDAL

ROLA PEDOLOGII WOBEC WZRASTAJĄCYCH WYMAGAŃ W STOSUNKU DO GLEB¹

Wydział Nauk Rolniczych Katolickiego Uniwersytetu w Leuven, Belgia

OD TŁUMACZA. Wśród ośmiu plenarnych referatów wygłoszonych na XIII Kongresie Międzynarodowego Towarzystwa Gleboznawczego w Hamburgu (13–20.08.1986) szczególne zainteresowanie wzbudziła prelekcja Raoula Dudala, profesora Katolickiego Uniwersytetu w Leuven (Belgia). Profesor R. Dudal występował jako przedstawiciel Komisji V — Genezy, Klasyfikacji i Kartografii Gleb. Magnezem, który przyciągnął komplet uczestników Kongresu (około 1300 osób) do największego audytorium Hamburgskiego Centrum Kongresowego, był nie tylko temat referatu, obejmujący najbardziej aktualne problemy i zadania gleboznawstwa na obecnym etapie jego rozwoju, lecz także osoba samego prelegenta. Profesor dr R. Dudal jest jedną z najwybitniejszych postaci współczesnego gleboznawstwa światowego. Przez wiele lat pracował w Rzymie pełniąc odpowiedzialne funkcje w FAO, gdzie zajmował się między innymi analizą zasobów glebowych i potencjału żywnościowego rolnictwa światowego. Z ramienia FAO przewodził także od 1970 roku międzynarodowej grupie ekspertów opracowujących powszechnie znaną „Mapę gleb świata” (FAO-UNESCO, 1970–1978), wydaną w podziałce 1:5 000 000.

Między X Kongresem MTG w Moskwie (1974) a XI Kongresem MTG w Edmonton (1978) był prof. dr R. Dudal generalnym sekretarzem i skarbnikiem Międzynarodowego Towarzystwa Gleboznawczego. Przy okazji swych licznych służbowych podróży miał możliwość poznania gleb i problemów rolniczych wszystkich kontynentów i jest w dziedzinie światowego gleboznawstwa i rolnictwa wybitnym autorytetem.

¹ Tłumaczenie angielskiego tekstu referatu wygłoszonego 18 sierpnia 1986 r. na plenarnej sesji XIII Kongresu Międzynarodowego Towarzystwa Gleboznawczego w Hamburgu.

Na moją prośbę profesor Dudal wyraził zgodę na opublikowanie w „Rocznikach Gleboznawczych” polskiego przekładu swego referatu. Tłumaczenia dokonałem na podstawie tekstu wydrukowanego w pierwszym tomie materiałów XIII Kongresu Międzynarodowego Towarzystwa Gleboznawczego (Hamburg 1986, s. 80–96).

Angielski termin „soil science” ma znaczenie szersze niż polskie „gleboznawstwo”, obejmuje bowiem oprócz nauki o glebie sensu stricto także niektóre elementy geologii i gruntoznawstwa. Profesor R. Dudal stosuje w swym referacie konsekwentnie termin „pedologia” i definiuje go jako naukę o rozpoznawaniu, kształtowaniu i geograficznym rozmieszczeniu gleb.

Ze względu na aktualność poruszonych zagadnień, wszechstronność analizy obecnej sytuacji i przyszłych zadań nauki o glebie oraz na znaczenie wysuniętych wniosków — także dla warunków polskich — uważam za słuszne udostępnienie trudno osiągalnej u nas publikacji profesora R. Dudala szerszemu kręgowi naszych czytelników.

Zbigniew Prusinkiewicz

Termin pedologia został zastosowany w tym opracowaniu nie jako synonim gleboznawstwa, lecz w węższym znaczeniu, obejmującym naukę o rozpoznaniu, kształtowaniu i geograficznym rozmieszczeniu gleb. Dyscyplinami, które obejmują te zagadnienia, są klasyfikacja, geneza i kartografia gleb.

Badania gleby jako niezależnego, naturalnego i dynamicznego ciała zapoczątkował W. W. Dokuczajew, opisując właściwości odróżniające gleby od innych naturalnych utworów, ustalając funkcjonalną zależność ich morfologii od głównych czynników glebotwórczych i określając prawidłowości ich geograficznego rozmieszczenia. Pedologia jest więc nauką względnie młodą — liczy zaledwie sto lat — szczególnie, gdy weźmie się pod uwagę, że człowiek uprawia glebę od prawie sześciu tysięcy lat i że główne przekształcenia ziemi zostały dokonane na długo przed dwudziestym wiekiem.

PRZEKSZTAŁCANIE ZIEMI W PRZESZŁOŚCI

Największe przyrosty powierzchni gruntów ornych w krajach uprzemysłowionych miały miejsce w minionych trzech wiekach na drodze redukcji terenów leśnych w zachodniej i środkowej Europie oraz przez przejęcie pod uprawę naturalnych stepów w Ameryce Północnej i na równinach Rosji [16]. Gleby zostały głęboko zmienione przez uprawę, przez wnoszenie i wynoszenie składników odżywczych oraz przez zastąpienie roślin wieloletnich jednorocznymi roślinami uprawnymi. Lokalnie zostały wprowadzone zmiany jeszcze bardziej zasadnicze — na przykład przez odprowadzenie wód powierzchniowych z bagien pontyjskich w środkowej Italii pięć wieków przed naszą

erą; odwodnienie angielskich bagien (Fenlands) w czasach rzymskich; holenderskich polderów i doliny rzeki Po w 16. i 17. wieku. Nawodnienia w Chinach, Egipcie, Indiach, Peru, Sri Lance są tradycją od tysięcy lat. Około 14. wieku założone zostały w Chinach główne pola ryżowe z dwukrotnym plonowaniem, nawodnieniem oraz intensywną uprawą. Pogórza Etiopii i sawanny Afryki Zachodniej były pierwszymi obszarami rozwoju rolnictwa w przysacharyjskiej Afryce. Tarasowanie pól w celu przewyciężenia ograniczeń powodowanych stromymi stokami praktykowano w Chinach, Indonezji i na Filipinach od zarania rolnictwa. Stulecia 18. i 19. były świadkami wielkiej ekspansji terenów uprawnych w Ameryce Północnej i Południowej, Australii i południowej Afryce. W 19. wieku ugorowanie, które przeważało w większości tradycyjnych systemów gospodarowania, zostało stopniowo wyparte przez bardziej efektywne płodozmiany z włączeniem roślin motylkowatych. Wprowadzenie mechanizacji rolnictwa i nawozów mineralnych w latach pięćdziesiątych 19. stulecia umożliwiło głęboką ingerencję w fizyczne i chemiczne właściwości gleby.

Od pierwszych dni zajmowania się rolnictwem człowiek poznał wagę gleby jako podstawowego źródła produkcji żywności, włókien i opału. Rozpoznawał różnice w żyzności, dokonywał wyboru miejsca pod osady i dostosowywał się do ograniczeń spowodowanych warunkami glebowymi. W końcu 19. wieku produkcja rolnicza skupiła się głównie w regionach o sprzyjających warunkach glebowych: na rozległych obszarach leśnych w Ameryce Północnej, zachodniej i środkowej Europie, na równinie rosyjskiej, w północnych Chinach i w południowej części Ameryki Południowej; w szerokich dolinach aluwialnych i w obszarach deltowych; na obszarach wulkanicznych; na glebach ukształtowanych ze skał zasadowych. Tam gdzie właściwości gleb były mniej sprzyjające, warunki naturalne poprawiano przez drenowanie, nawadnianie, nawożenie obornikiem, wapnowanie, głębokie przekopywanie, usuwanie kamieni lub zaskorupień, otaczanie gołbami lub terasowanie.

W historii ludzkości technologia daleko wyprzedzała naukę, także w sprawach dotyczących gleb. Ocena gruntów i zagospodarowanie gleb były praktykowane na wiele tysięcy lat przed początkiem rozwoju pedologii. Trzeba było tysięcy lat na zgromadzenie ogromnej wiedzy empirycznej o jakości gleb i sposobach gospodarowania na różnych glebach. Zdobywane doświadczenia były przekazywane z pokolenia na pokolenie i zakorzeniły się głęboko w zbiorowej mądrości rolników.

NARODZINY PEDOLOGII

Pedologia narodziła się w czasie, gdy stało się konieczne bardziej rozumne podejście do użytkowania ziemi z powodu wzrostu zaludnienia i nasilającej się rywalizacji o gleby. Pedologia spełnia podstawowe zadania

polegające na rozpoznawaniu i charakteryzowaniu utworu glebowego, na określaniu rozprzestrzenienia gleb, ustalaniu związków, ułatwianiu międzynarodowej wymiany informacji, tworzeniu ram pojęciowych dla gromadzenia i porządkowania wiedzy, na rozwijaniu nowych technologii i przyspieszaniu ich zastosowań.

Gleby nie traktuje się już wyłącznie jako podłoża dla hodowli roślin lub jako produktu wietrzenia powierzchniowych warstw skalnych, lecz raczej jako okrywę powierzchni Ziemi, charakteryzującą się następstwem odrębnych i niezależnych ciał naturalnych, których właściwości i rozmieszczenie można wiązać z czynnikami środowiska glebotwórczego. Te podstawowe zasady pedologii doprowadziły do szeroko zakrojonych prac badawczych nad genezą gleb oraz ich klasyfikacją, a także do kartograficznych studiów nad ich rozmieszczeniem. Pedologia umożliwiła optymalizację zagospodarowania gleb i orientację w kwestiach ich przeznaczenia pod różne typy użytków. Mówiąc ściślej — pedologia przyczyniła się w sposób zasadniczy do planowania użytkowania ziemi na różnych poziomach, do wprowadzania nowych odmian roślin uprawnych dostosowanych do konkretnych siedlisk, do rozwoju ulepszonych sposobów uprawy, do planowania ochrony i rekultywacji gleb, do oceny potencjałów produkcyjnych, do wprowadzania w życie idei scalania gruntów, do planowania systemów melioracji wodnych, do określania poziomu niezbędnych nakładów na intensyfikację rolnictwa, do studiów nad realnością programów rozwojowych, do rozbudowy infrastruktury, do oceny przydatności gruntów dla innych niż rolnicze rodzajów użytkowania oraz do rozwiązywania problemów środowiska.

Jakkolwiek istnieje wiele zastosowań pedologii, wydaje się, że przede wszystkim należy przeanalizować obecny wpływ klasyfikacji i kartografii gleb na optymalizację użytkowania ziemi. Dysponujemy niewielką ilością informacji na temat ekonomicznych korzyści wynikających z klasyfikacji i kartografii gleb, być może z wyjątkiem zastosowań na polu inżynierii. Kellog [18] ocenił, że w USA 50% korzyści pochodzi z wykorzystania kartografii gleb do planowania rozwoju miast i podmiejskich osiedli, około 25% z planowania lokalizacji autostrad, lotnisk, rurociągów i innych urządzeń i około 25% z kierowania dobozem i użytkowaniem terenów rolniczych, pastwiskowych, leśnych oraz rekreacyjnych. Szczegółowe studium roli, jaką odegrała pedologia w kształtowaniu współczesnego użytkowania ziemi, byłoby bardzo pożyteczne do wyciągnięcia wniosków z dotychczasowych doświadczeń.

Aczkolwiek istnieje zasadnicza zgodność poglądów na temat możliwych zastosowań pedologii, powstaje pytanie, czy w przeszłości zrobiono i czy dziś robi się wystarczający użytek z osiągnięć kartografii i klasyfikacji gleb. Mimo że wiele różnych prac studyjnych zawiera gleboznawczą dokumentację kartograficzną, nie jest ona uwzględniana w dalszych fazach planowania.

W innych przypadkach, poszukując informacji o glebach, stwierdza się,

że dane dostarczane przez kartografię gleboznawczą są trudne do interpretacji dla celów użytkowych. Taka sytuacja może być powodowana różnymi przyczynami: nieodpowiednim przedstawieniem wyników, brakiem więzi między gleboznawcami a rolnikami i ekonomistami, trudnościami wynikającymi ze stosowania specjalistycznej terminologii, niewystarczającym komentarzem kartografa lub brakiem zainteresowania ze strony planisty. Można się przeto dziwić, że mimo tylu zasadniczych niedomagań kartografia i klasyfikacja gleb w swej obecnej postaci są jeszcze zdolne służyć potrzebom potencjalnych użytkowników [11].

GENEZA I KLASYFIKACJA GLEB

Gdy ocenia się zastosowania pedologii, należy brać pod uwagę, że jest to nauka znajdująca się dopiero w stadium konsolidacji. Należy też stwierdzić, że nie osiągnięto dotychczas zgodności na temat powszechnie uznawanej klasyfikacji gleb. W odróżnieniu do roślin i zwierząt, które mogą być łatwiej identyfikowane, gleby stanowią continuum, które wymaga podziału na klasy na zasadzie konwencji. We wczesnym okresie rozwoju pedologii geneza gleb była uważana za podstawę klasyfikowania gleb. Wielka liczba stworzonych wówczas schematów klasyfikacyjnych odzwierciedla różne koncepcje poszczególnych autorów na temat powstawania gleb oraz stanowi odbicie ówczesnego stanu wiedzy. Postęp fizycznych i chemicznych metod badania właściwości gleb szybko przyspożył gleboznawstwu nowych wiadomości, wskutek czego utworzyła się trwała luka między zasadniczymi teoriami dotyczącymi genezy gleb a klasyfikacją gleb. Ponadto hipotezy na temat powstawania gleb zawierają szeroki margines przypuszczeń, gdyż ukształtowanie gleby wymaga długiego czasu i może przebiegać przez kolejne stadia, podczas których czynniki glebotwórcze mogą ulegać znacznym zmianom.

Intensyfikacja kontaktów międzynarodowych w latach pięćdziesiątych zbiegła się z wielkim nasileniem prac w zakresie kartografii gleb zarówno w regionach o klimacie umiarkowanym, jak tropikalnym. Nowe doświadczenia, jakie wówczas uzyskano, i wymiana informacji między uczonymi z różnych części świata, w znacznym stopniu zwiększyły powszechną wiedzę na temat pokrywy glebowej. Rozwijano systemy klasyfikacyjne z myślą o ogarnięciu pełnego zakresu continuum glebowego skupiając uwagę na właściwościach samych gleb. Wydaje się, że uzyskano zgodność opinii na temat głównych utworów glebowych, które należy wydzielić. Zostały one wyróżnione w różnych systemach, chociaż na różnych poziomach generalizacji. Przetrwały jednak jeszcze różnice w kryteriach diagnostycznych oraz różnice w terminologii i nomenklaturze. Schematy klasyfikacyjne są nadal aktywnie rozwijane w wielu krajach i bieżąco dokonuje się rewizji wcze-

śniejszych ustaleń. Nie ulega wątpliwości, że zastosowania pedologii są krępowane przez brak jednolitego podejścia do rozpoznawania i charakteryzowania utworów glebowych.

INTERPRETACYJNA WARTOŚĆ TAKSONÓW GLEBOWYCH

W ciągu ostatnich trzech dziesięcioleci klasyfikacje gleb przesunęły swój punkt ciężkości z jakościowego podejścia genetycznego na ilościowe wyrażanie właściwości określonej gleby. To przesunięcie doprowadziło do znacznego postępu w zakresie obiektywizacji oceny zależności w układzie gleba—roślina. Równocześnie jednak rodzi się pytanie, czy kryteria wybrane do wydzielania taksonów glebowych są istotne z punktu widzenia rodzajów użytkowania ziemi, ocen sposobów gospodarowania, określania zdolności produkcyjnej. Większość taksonomicznych systemów klasyfikacyjnych opiera się na ograniczonej liczbie kryteriów, przede wszystkim morfologicznych i łatwo mierzalnych. Cechy te niekoniecznie muszą należeć do najbardziej istotnych z punktu widzenia żytkowania ziemi.

Uderza fakt, że właściwości fizyczne, takie jak porowatość, zdolność infiltracji, przepuszczalność, o zasadniczym znaczeniu dla użytkowania ziemi, tylko rzadko są stosowane jako kryteria rozpoznawcze. Niektóre informacje o pojemności wodnej danej gleby można uzyskać na podstawie innych właściwości, powszechnie stosowanych przy umiejscawianiu gleb w systemie klasyfikacyjnym, lecz tylko niewiele charakterystyk fizycznych stosuje się bezpośrednio do wydzielania klas glebowych. Chcąc korzystać z zasad pedologii przy opracowywaniu systemów nawadniających i drenarskich, trzeba w uzupełnieniu do kryteriów diagnostycznych, używanych w klasyfikacji gleb, mierzyć pewną liczbę dodatkowych parametrów glebowych [17]. Warto zauważyć, że niegleboznawcy wciąż jeszcze dzielą gleby na piaszczyste, gliniaste oraz ilaste. Wyróżnianie tych jednostek jest przeważnie korelowane z wodnymi właściwościami gleb, z łatwością uprawy i z bonitacją.

Wiele glebowych systemów klasyfikacyjnych w podobnie ograniczony sposób traktuje wierzchnie warstwy gleby. Tymczasem warstwy te wpływają na kiełkowanie roślin, są siedliskiem aktywności biologicznej, zawierają znaczną część korzeni jednorocznych upraw, magazynują dużą część składników odżywczych wprowadzanych z nawozami, mogą wykazywać zmienny stopień zasolenia, a mimo to ich właściwości nie znajdują swego odbicia w definicjach taksonów nawet najniższych kategorii. Widocznie uznano za niepraktyczne włączenie do systemu klasyfikacji gleb takich „nietrwałych” właściwości, które mogą ulegać zmianom pod wpływem uprawy. To zaniedbanie może być główną przyczyną wielu daremnych usiłowań zmierzających do ustalenia zależności między taksonami glebowymi a reakcją na nawozy. System klasyfikacyjny zbudowany na zasadzie taksonomicznej, to

jest na ograniczonej liczbie cech diagnostycznych, może prowadzić do utraty ważnych informacji o właściwościach klasyfikowanych obiektów. Wynika stąd, że cechy nie uwzględnione w klasyfikacji wymagają oddzielnego opisu, jeśli są ważne dla specjalnych celów. Klasyfikacje techniczne, takie jak *Fertility Capability Classification* [7], stanowią próby ilościowego ujęcia uwarunkowań, które niekoniecznie wynikają z cech diagnostycznych wybranych do definiowania taksonów glebowych w generalnym schemacie klasyfikacyjnym.

ZASTOSOWANIA MAP GLEBOWYCH

Gleby opisane i skartowane w ramach prac kartograficznych są normalnie nazywane i rozpoznawane zgodnie z obowiązującą klasyfikacją. Klasy glebowe (taksony) są charakteryzowane na podstawie opisu i analiz reprezentatywnych próbek. Pokrywa glebowa jest przedstawiana na mapie jako jeden takson w przypadku jednorodnych obszarów lub w postaci dwu lub większej liczby konturów, gdy występują różniące się rodzaje gleb. W tym ostatnim przypadku różne klasy (taksony) bywają grupowane w asocjacje glebowe ze wskazaniem proporcji, w jakich występują. Jednakże asocjacje glebowe zwykle nie wyrażają związków między różnymi komponentami, ani nie dostarczają informacji o miejscu występowania poszczególnych taksonów. Inne instrukcje metodyczne zalecają bardziej szczegółowe odwzorowywanie przestrzennego układu gleb, gdyż gleby charakteryzują się nie tylko pionowym następstwem poziomów, lecz także poziomą niejednorodnością swych właściwości, związaną z poziomymi migracjami przypowierzchniowymi i wewnątrzglebowymi. W jednym profilu nie można obserwować dynamiki wody glebowej wzdłuż stoku, poziomego przepływu składników odżywczych i produktów wietrzenia, spływu i erozji, rozwoju zasolenia i podmokłości. Można je oceniać jedynie na podstawie badań sekwencji gleb występujących w krajobrazie oraz na podstawie monitoringu zmian gleby w czasie.

Tak bardzo zwykle cenione średnie wartości cech glebowych uzyskiwane przy charakterystyce jakiegoś profilu nie mogą dostarczyć tylu istotnych informacji, co dane o zmienności tych cech w przestrzeni lub czasie [20].

Jako podstawę dla kartowania gleb w formie krajobrazów glebowych (*soil-scapes*) [6], pokrywy glebowej [15], genonów [3] lub „ensembles pédo-logiques” [22] proponuje się raczej socjologię gleb [24] zamiast systematyki gleb. Przeważa pogląd o konieczności raczej dynamicznego niż statycznego charakteryzowania gleb. We Francuskiej Gujanie [4] i w Indonezji [26] prowadzi się obecnie kartografię stosując „systemy glebowe” jako jednostki kartograficzne. Granice wydzieleń na mapie wyróżniają sekwencje glebowe lub transekty glebowe powiązane z hydrodynamicznymi charakterystykami

powtarzalnych fragmentów krajobrazu. Autorzy donoszą o lepszej możliwości przewidywania na podstawie zebranych w ten sposób informacji o glebie.

Zastosowania kartografii gleb zależą od jakości i dokładności map. Jakość map glebowych jest często wiązana z „czystością” jednostek kartograficznych i z dokładnością granic wydzielen. Do uzyskania dużej precyzji wymaga się znacznego zagęszczenia obserwacji. Mapy szczegółowe bywają bardzo skomplikowane i zawile, a czas i koszt włożony w ich sporządzenie jest niekoniecznie proporcjonalny do ich wartości użytkowej. Praktyczne znaczenie dokonanych wydzielen zależy od poziomu generalizacji, przy której mają być dokonywane interpretacje [25]. W przeglądowych badaniach regionalnych wiodącymi czynnikami środowiska, wpływającymi na podejmowanie decyzji gospodarczych, są zazwyczaj: klimat i rzeźba terenu, i w tych przypadkach precyzja odwzorowania granic między taksonami glebowymi nie ma pierwszorzędowego znaczenia. W badaniach bardziej szczegółowych przydatność precyzyjnych granic jest określona przez najmniejszy obszar, który może być indywidualnie zagospodarowany — „najmniejsza powierzchnia zagospodarowania” [9] — zgodnie z jego specyficzną przydatnością. Rzadko istnieje możliwość takiego zaplanowania użytkowania terenu, które w pełni uwzględnia drobnoprzestrzenną zmienność gleb. Częściej planowanie użytkowania ziemi musi opierać się na warunkach „przeciętnych” dla zagospodarowanej połaci terenu, uwzględniając nie tylko jeden rodzaj roślin, lecz rotację upraw oraz poziom nakładów, który można w sposób jednolity przyjąć dla większego terenu.

Zagadnienie przedstawia się jednak zupełnie inaczej, gdy chodzi o ustalenie zależności między właściwościami gleby a wynikami doświadczeń polowych. Zmienność przestrzenna występująca wewnątrz jednostek kartograficznych, nawet przy najniższym poziomie generalizacji, może powodować niedostosowanie rodzaju użytkowania ziemi do właściwości gleby [28]. Zmienność przestrzenną gleb można obecnie określić na podstawie opracowania przestrzennymi procedurami statystycznymi danych pochodzących z doświadczeń lub obserwacji. Metoda ta jest stosowana w kartografii do oceny zmienności gleb [5]. Powinna się ona przyczynić do zwiększenia dokładności interpretacji i do określenia tych właściwości gleby, które są nośnikami informacji istotnych dla przewidywania i planowania.

Stopień szczegółowości kartografii gleb wymaga więc ustalenia w zależności od informacji, które są niezbędne na różnych poziomach podejmowania decyzji. Dla mniej szczegółowych (przeglądowych) podziałów form terenu i warunków agroekologicznych powinny to być raczej wyższe jednostki legendy kartograficznej zamiast taksonów glebowych. Podziały form terenu odpowiadające asocjacji glebowym, ale zawierające również elementy fizjografii, gospodarki wodnej i charakterystyki roślinności, mogą w pewnych okolicznościach dawać lepszy pogląd na potencjał produkcyjny poszczególnych regionów niż konwencjonalne mapy glebowe [27]. Zastoso-

wanie zdjęć lotniczych i technik teledetekcyjnych sprzyja wyróżnianiu typów krajobrazu, które mogą być wykorzystywane przy sporządzaniu planów użytkowania ziemi i uwzględniają przy tym charakterystyczne właściwości gleb będących komponentami tych krajobrazów.

OCENA ZIEMI A UPOWSZECHNIANIE TECHNOLOGII

Rola pedologii w optymalizowaniu użytkowania ziemi była często ograniczana wskutek traktowania czynnika glebowego w izolacji. Gleba, choć jest czynnikiem bardzo ważnym, jest tylko jednym spośród komponentów systemu produkcyjnego. Siedlisko obejmuje również warunki geologiczne, klimatyczne, hydrologiczne, roślinność, populacje zwierzęce, ryzyko chorób i aktywność ludzką — w rozmiarze, w jakim te warunki wpływają na obecne i przyszłe użytkowanie ziemi (FAO 1976). Interpretacje map gleboznawczych często nie doceniają innych ważnych czynników siedliska. Dla przykładu: chociaż gips w głębszych warstwach gleby nie musi koniecznie zagrażać wzrostowi roślin, może on być wielką przeszkodą przy zakładaniu systemów nawadniających; powodzenie nawadniania może zależeć tak od jakości wody, jak od właściwości gleby; sposób gospodarowania polegający na łowieniu zwierząt może napotkać na trudności po przeniesieniu na obszary trapione przez muchę tse-tse nawet wówczas, gdy gleby są podobne; gleby mogą mieć właściwości sprzyjające uprawie kawy, lecz zdarzające się przymrozki mogą spowodować nieprzydatność siedliska; okresowe powodzie mogą być głównym czynnikiem ograniczającym wykorzystywanie „żywnych gleb aluwialnych” itd. Cechy istotne dla użytkowania i zagospodarowania ziemi, choć nie diagnostyczne w sensie wydzielenia taksonów glebowych — np. nachylenie terenu, kamienistość, podleganie zalewom powodziowym, głębokość wody gruntowej, erozja itd. — mogą mieć podstawowe znaczenie jako kryteria wyboru sposobu użytkowania ziemi. Ocena ziemi i przekazywanie technologii wymagają podejścia wielostronnego, integrującego informacje dostarczane przez kartografię gleb z innymi ważnymi czynnikami — takimi jak woda, morfologia terenu, klimat, geologia i roślinność — umożliwiającymi charakteryzowanie i bonitowanie ziemi. Wąsko pojmowane interpretacje danych kartograficznych czasem nie dostarczają informacji potrzebnych planistom i decydom.

Szczególną uwagę należy skierować na warunki klimatyczne, określające górne granice osiągalnej produkcji plonów. Ponieważ gleby o podobnej morfologii i właściwościach chemicznych mogą występować w różnych klimatach, większość glebowych systemów klasyfikacyjnych uwzględnia dane klimatyczne na różnych poziomach generalizacji. Liczba „wydziałów klimatycznych”, które można wprowadzić do systematyki, musi być z konieczności ograniczona, jeśli ilość taksonów w systemie klasyfikacyjnym ma pozostać na poziomie możliwym do opanowania. System klasyfikacyjny może

w związku z tym nie zapewniać dostatecznej informacji umożliwiającej przekazywanie na inne tereny doświadczeń uzyskanych w konkretnych warunkach siedliskowych. Celowe może się okazać wprowadzanie dodatkowych danych dotyczących temperatury i wilgotności gleby, niezależnie od stosowanej klasyfikacji gleby. Uwzględnienie danych klimatycznych umożliwia dokonywanie bardziej szczegółowych i precyzyjnych rozróżnień. W tym kierunku poszły starania w związku z badaniami użytkowego potencjału ziemi wielkich stref agroekologicznych (FAO 1978), w których charakterystykę klimatu wyrażono za pomocą długości sezonu wegetacyjnego. Izolinie w przedziałach 30-dniowych (np. 90–119 dni, 120–149 dni, 150–179 dni itd.) zostały naniesione na mapy glebowe, dzięki czemu uzyskano kombinacje warunków klimatycznych i glebowych w interwałach dogodnych dla poszczególnych typów użytkowania ziemi. Szersze zastosowanie raczej „faz klimatycznych” zamiast wyłącznie układów temperaturowych i wilgotnościowych mogłoby ułatwić wykorzystywanie wyników gleboznawczych prac kartograficznych dla celów rozwoju rolnictwa.

Klasyfikacja gleb była dotychczas tradycyjnie pojmowana jako środek umożliwiający przenoszenie technologii na porównywalne gleby w różnych częściach świata [1]. To podejście opiera się na założeniu, że klasyfikacja dzieli gleby wystarczająco dokładnie, umożliwiając przekazywanie technologii na drodze analogii. Wykazano, że założenie to jest słuszne w przypadkach szerokich porównań — na przykład w agroekologicznych badaniach strefowych prowadzonych przez FAO (FAO 1978). Jednakże dla bardziej szczegółowych przewidywań i zaleceń jednostki klasyfikacji glebowej nie są w zasadzie wystarczająco jednorodne lub też nie dostarczają niezbędnych informacji, np. o właściwościach wierzchniej warstwy gleby lub o charakterystykach właściwości fizycznych, umożliwiających przenoszenie doświadczeń uzyskanych w jednym miejscu do innych okolic. Ponadto efektywność upowszechniania określonych technologii zależy nie tylko od czynników glebowych, lecz także od klimatu, rzeźby terenu, poziomu nakładów i energii. Jeśli inne ważne czynniki produkcyjne kształtują się odmiennie w porównywanych lokalizacjach, podobieństwo jednostek klasyfikacji gleboznawczej niekoniecznie musi gwarantować skuteczność przekazywanych doświadczeń.

NOWE NARZĘDZIA I NOWOCZESNE SPOSOBY DZIAŁANIA

Nowe narzędzia, takie jak skomputeryzowane gromadzenie i przetwarzanie danych, grafika komputerowa, teledetekcja, numeryczna kartografia, przetwarzanie obrazów, zdalne pomiary i sterowanie „*on line*” powinny być w pełni wykorzystane w celu racjonalizacji kartografii i klasyfikacji gleb i do poprawienia ich wartości interpretacyjnej.

Gleboznawcze służby kartograficzne były zawsze świadome niejednorodności jednostek kartograficznych i zmienności gleb w obrębie jednostek klasyfikacyjnych, lecz istniały trudności w wyrażaniu i ilościowym ujmowaniu tej przestrzennej i czasowej zmienności. Statystyka i nowe techniki analizowania zbiorów danych stwarzają obecnie możliwości pokonywania tych przeszkód. Numeryczna kartografia i geograficzne systemy informacyjne bardzo ułatwiają powiązania w jedną całość informacji o różnych komponentach krajobrazu i w ten sposób sprzyjają wielostronnej ocenie ziemi. Symulacja i modelowanie pozwalają na ustalenie zależności między właściwościami gleb i jakościowymi parametrami siedlisk, wpływającymi bezpośrednio na wzrost upraw. Badania operacyjne i analiza systemowa pozwalają skuteczniej włączać jakościowe cechy siedlisk do procesu oceny ziemi. Tele-detekcja stwarza całkowicie nowe możliwości obserwacji oraz interpretacji właściwości ziemi.

Te „wyłaniające się linie natarcia nauki o glebie” [20] będą poważnym i wartościowym atutem pedologii i jej zastosowań. Użycie nowych narzędzi i zastosowanie nowoczesnych sposobów działania nie powinno jednak umniejszać znaczenia klasyfikacji i kartografii gleb. Wypowiadano sugestie [2], że w celu stworzenia gleboznawstwu nowych perspektyw należy zastąpić klasyfikację i kartografię gleb skomputeryzowanym systemem informacyjnym o glebach, umożliwiającym grupowanie pojedynczych wartości zależnie od potrzeby i ocenianie zmienności układów glebowych środkami statystyki. Zapomniano przy tym, że wielkiego doświadczenia terenowego, nagromadzonego dotąd w zakresie poznania zależności między geomorfologią i klimatem a rozmieszczeniem gleb, nie należy odrzucać, lecz należy je połączyć z nowymi metodami przetwarzania informacji. Bez wykorzystania istniejących doświadczeń na temat współzależności występujących między glebami a różnymi elementami krajobrazu, podejście statystyczne wymagałoby bardzo gęstej sieci obserwacji albo prowadziłoby do wątpliwych granic wydzieleni na mapach. Klasyfikacja oraz kartografia gleb powinny spełniać rolę czynników syntetyzujących zależności między glebą, krajobrazem i użytkowaniem ziemi. Nadają one utworom glebowym perspektywę geograficzną określając ich rozmieszczenie i rozległość, bez których zastosowania nauki o glebach byłyby poważnie ograniczone.

Doświadczenia kartografów glebowych i wiedzę rolników należałoby wykorzystywać o wiele bardziej niż dotychczas. Doświadczenia te, gromadzone latami, rzadko bywały dotąd zapisywane systematycznie, lecz obecnie mogą być opanowane, gromadzone i analizowane w „systemach wiedzy” [19]. Wiedza ta i doświadczenie mogą być zastosowane najefektywniej do bonitacyjnej oceny gruntów i do scalania informacji wywodzących się z różnych dyscyplin. Wypróbowane „sposoby” rolników i „wycucie ziemi” kartografów były zbyt często lekceważone przy interpretowaniu właściwości gleb z punktu widzenia gospodarowania i melioracji.

WYZWANIE RZUCONE PRZYSZŁOŚCI

Zgodnie z przewidywaniami ONZ [23] zaludnienie świata osiągnie stały poziom około 10,5 miliarda około roku 2110. Dla porównania — obecne zaludnienie wynosi 4,9 miliarda, a na rok 2000 przewiduje się 6,2 miliarda mieszkańców ziemi. Ważność tych przewidywań dla zapewnienia wyżywienia w przyszłości polega na tym, że światowe potrzeby mogą wzrosnąć o około 50% w ciągu najbliższych lat i wzrosną więcej niż podwójnie w pierwszej połowie przyszłego stulecia. Jeszcze natarczywiej niż kiedykolwiek dotąd wyłaniają się pytania: czy wystarczy ziemi dla wyżywienia przyszłej populacji, gdzie można znaleźć rezerwy ziemi, dla jakich typów użytkowania są one przydatne, jakich wymagają technologie, jakie jest ryzyko degradacji tej ziemi, jaki poziom inwestycji powinien być zastosowany? Oczekuje nas dalszy wzrost zapotrzebowania na opał, drewno, włókna i pasze dla zwierząt domowych. Poszczególne państwa będą musiały zdecydować, czy dążyć do samowystarczalności na rynku żywnościowym, czy częściowo polegać na handlu, który będzie wypadkową rozszerzania się terenów rolnych i intensyfikacji rolnictwa przez wzrastające nakłady stanowiące cenę za możliwość eksportowania plonów [12]. W nadchodzących latach można przewidywać znaczny rozrost miast, szczególnie w krajach rozwijających się. Trzeba będzie zachować równowagę między intensyfikacją użytkowania ziemi a ochroną bazy zasobów glebowych przed degradacją. Jest to wyzwanie rzucone pedologii i całemu gleboznawstwu, które powinno dostarczyć informacji umożliwiających sprostanie tym przeciwstawnym tendencjom i dokonanie wyboru pomiędzy różnymi ewentualnościami.

Fakt, że kartografia i klasyfikacja gleb były dotąd wykorzystywane znacznie poniżej swych potencjalnych możliwości, skłania do zastanowienia się nad rolą pedologii w procesie rozwoju rolnictwa i leśnictwa, które użytkują największe powierzchnie gleb i mają pierwszorzędne znaczenie dla zaspokajania podstawowych potrzeb ludzkości. Wiarygodność pedologii ponosi uszczerbek z powodu braku generalnie akceptowanego systemu klasyfikacji gleb przynajmniej na dwóch lub trzech najwyższych poziomach generalizacji. Można sądzić natomiast, że bardzo różny stopień zmienności pokrywy glebowej w poszczególnych krajach usprawiedliwałby prawdopodobnie istnienie odmiennych systemów narodowych na niższych stopniach generalizacji. Takie dwoiste podejście mogłoby ułatwić osiągnięcie międzynarodowej jednomyślności. W definiowaniu taksonów glebowych zwiększoną uwagę należy poświęcić wprowadzaniu kryteriów wiążących się z użytkowaniem ziemi. Szczególną uwagę należy zwrócić na powietrzno-wodne stosunki glebowe mające podstawowe znaczenie dla interpretacji i przewidywania. Należy następnie badać czy przyjęte taksony glebowe można będzie użyć jako główne elementy legendy map glebowych. Można także rozważyć, w jakim stopniu dana klasyfikacja gleb służy równocześnie jako taksonomia oraz jako

podział, który może być wykorzystany w kartografii, i jako środek ułatwiający interpretacje i przewidywania. W botanice funkcje te są spełniane odpowiednio przez klasyfikację taksonomiczną, jednostki fitosocjologiczne lub fizjonomiczne oraz przez fitotechniczną klasyfikację roślin. Zmienność gleb w przestrzeni i czasie wskazuje na celowość kartowania raczej „kraj-obrazów glebowych” niż zespołów indywidualnych jednostek kartograficznych. Skala map i zestaw gromadzonych danych powinny być ściśle dostosowane do celów kartografii. Zastosowania pedologii muszą być ujęte w ogólne, wielodyscyplinarne ramy oceny ziemi.

Należy dążyć do przełamania panującego powszechnie analfabetyzmu w zakresie wiedzy o środowisku. Wiele rolniczych i wiejskich programów kończy się niepowodzeniem, gdyż ignorowane są najbardziej podstawowe dane o zasobach naturalnych, albo dane te uwzględnia się w zbyt małym stopniu. Wiele programów badań nie obejmuje charakterystyki środowiska, w którym zostały przeprowadzone, tak że przenoszenie uzyskanych wyników na inne tereny staje się bardzo problematyczne. Geografia gleb oraz wykład podstaw gleboznawstwa powinny zostać wprowadzone do szkół średnich. W szkołach wyższych nauczanie gleboznawstwa powinno wyjść poza wydziały rolnicze i nauk o Ziemi. Informacje o glebie powinny być skutecznie upowszechniane i zestawiane z informacjami o innych aspektach środowiska. Istnieje pilna potrzeba rozszerzenia nauczania gleboznawstwa i wiedzy o jego zastosowaniach.

Jeśli gleboznawstwo ma sprostać wyzwaniu, musi zmienić swą strategię z obecnego podejścia fragmentarycznego, polegającego na odwoływaniu się do nauk podstawowych — fizyki, chemii, biologii i mineralogii, na podejście bardziej całościowe, ześrodkowane na obiekcie samego gleboznawstwa: glebie w całej jej pełni [21]. Jest to droga, którą faktycznie postępuje pedologia. Powinna więc ona jasno rozpoznawać i charakteryzować utwory glebowe, dawać wyczerpujący przegląd rozmieszczenia gleb oraz ich zmienności w przestrzeni i czasie oraz być integrującym ogniwem między różnymi dyscyplinami gleboznawczymi. Dalszą cechą obecnej rzeczywistości, wymagającą przemyślenia ze strony pedologów, jest fakt, że warunki socjalno-ekonomiczne często określają z góry aktualny sposób użytkowania gleby. Jeżeli kartografia i klasyfikacja gleb mają wskazywać drogę do poprawy i do pożądanych zmian w użytkowaniu ziemi, należy wprzód dążyć do tego, żeby wprowadzanie w życie proponowanych zmian zostało zagwarantowane w bezpośrednich kontaktach z rolnikami i planistami. Aby umożliwić postępowanie zgodne z uwarunkowaniami glebowymi, pedologia musi włączać się coraz ściślej w socjalną tkankę społeczeństwa.

*

Autor z wdzięcznością informuje, że przedmiot tej pracy został wzbogacony dzięki dyskusjom z R. W. Arnoldem, J. Bouma, K. W. Flachem,

G. M. Higginsem, J. Measem, E. Schlichtingiem i A. J. Smythem. Jednakże autor bierze pełną odpowiedzialność za sądy wyrażone w tej pracy, szczególnie za te, w których może się mylić.

LITERATURA

- [1] Beinroth F. H.; Uehara G.: A systems-based approach to agrotechnology transfer. IBSNAT symposium, Proceedings 13th Congress of the International Society of Soil Science, Hamburg 1986.
- [2] Bie S. W.: Bodemgegevens in digitale ruimte. W: Bodem en Landschap Kwalitatief en Kwantitatief bekeken. Pudoc, Wageningen 1984.
- [3] Boulaine J.: Les Unités Cartographiques en Pédologie. Analyse de la Notion Génon. Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Sol. No. 1, 1978.
- [4] Boulet R., Brugière J. M., Humbel F. X.: Relations entre caractères hydro-dynamiques et organisation des systèmes de sols de Guyane française septentrionale. ORSTOM, Cayenne 1978.
- [5] Bouma J.: Soil Variability and Soil Survey. W: D. R. Nielsen and J. Bouma (eds.) Proceedings of a Workshop on Spatial Variability. ISSS and SSSA, 1984, Pudoc, Wageningen 1985.
- [6] Buol S. W., Hole F. D., McCracken R. J.: Soil Genesis and Classification. Iowa State University Press, 1973.
- [7] Buol S. W., Sanchez P. A., Cate R. B., Granger M. A.: Soil Fertility Capability Classification. W: E. Bornemisza and A. Alvarado (eds.) Soil Management in Tropical America. North Carolina State University Raleigh, 1975.
- [8] Buol S. W., Denton H. P.: The Role of Soil Classification in Technology Transfer. W: Soil Taxonomy — Achievements and Challenges. Soil Science Society of America, Madison 1984.
- [9] Dent D., Young A.: Soil Survey and Land Evaluation. George Allen and Unwin, London 1981.
- [10] Dokuchaev V. V.: Tchernozème de la Russie d'Europe. Soc. Imp. libre écon. St. Petersburg 1883.
- [11] Dudal R.: Adequacy of Soil Surveys and Soil Classification for Practical Applications in Developing Countries. Proceedings of Second International Soil Classification Workshop. Part I. Soil Survey Division, Land Development Department, Bangkok, 1979.
- [12] Dudal R.: Land Resources for the World's Food Production. Rhenish-Westfälische Akademie der Wissenschaften, N334, Düsseldorf 1984.
- [13] Food and Agriculture Organization of the United Nations. A Framework for Land Evaluation. Soils Bulletin No. 32, FAO, Rome 1976.
- [14] Food and Agriculture Organization of the United Nations. Report on the Agro-ecological Zones Project, vol. 1. Methodology and Results for Africa. World Soil Resources Report, No. 48, FAO, Rome 1978.
- [15] Fridland V. M.: Classification of the Structures of the Soil Mantle and Land Typification. Pochvovedeniye. No. 11, 1980.
- [16] Grigg D. B.: Population growth and agricultural changes: a historical review. Cambridge University Press, London 1980.
- [17] Hartge K. H.: The influence of soil physical properties on the growth and yield of cultivated plants. J. Indian Soc. Soil Sc., vol. 32, 1984.

- [18] Kellogg Ch. E.: Soil Genesis, Classification and Cartography: 1924-74. W: Fifty years of progress in Soil Science. Geoderma, v. 12, 4, 1974.
- [19] Maes J., Darius P., Vereecken H.: Knowledge processing in land evaluation. Proceedings workshop on quantified land evaluation. ITC. Enschede 1986.
- [20] Nielsen D. R.: Emerging Frontiers in Soil Science, Proceedings of the 50th Anniversary Session of the Dutch Soil Science Society, Wageningen 1985.
- [21] Pedro G.: La pédologie, cent ans après (1883-1983). Conclusions. Science du Sol, Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Sol, No. 2, 1984.
- [22] Ruellan A.: Les apports de la connaissance des sols intertropicaux au développement de la pédologie. Science du Sol, Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Sol, No. 2, 1984.
- [23] Salas R. M.: The State of the World Population 1980. United Nations Fund for Population Activities, New York 1981.
- [24] Schlichting E.: Bodensystematik und Bodensoziologie. Zeitschrift f. Pflanzenernährung u. Bodenkunde, 127 Band, 1 Heft, 1970.
- [25] Smyth A. J.: Contribution of Soil Survey Interpretation in Land Appraisal. Proceedings of a Seminar on Soil Resource Data for Agricultural Development. University of Hawaii. College of Tropical Agriculture, Honolulu 1978.
- [26] Soil Research Institute. Agency for Agr. Res. and Dev., Ministry of Agriculture. Land Units Map 1: 100 000 Cimanuk Watershed, West Java, Bogor 1976.
- [27] Sombroek W. G., Van de Weg R. F.: Some Considerations on Quality and Readability of Soil Maps and their Legends. Annual Report, International Soil Museum, Wageningen 1980.
- [28] Uehara G., Trangmar B. B., Yost R. S.: Spatial Variability of Soil Properties. W: D. R. Nielsen and J. Bouma (eds.) Proceedings of a Workshop on Spatial Variability. ISSS and SSSA. 1984. Pudoc, Wageningen 1985.

Р. ДЮДАЛЬ

РОЛЬ ПЕДОЛОГИИ В СВЯЗИ С ВОЗРАСТАЮЩИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К ПОЧВАМ

Отделение сельскохозяйственных наук, Кафедра Университета в Лювен, Бельгия

Резюме

В связи с возрастающим спросом на продукты сельского хозяйства, педологией должны осуществляться важные задачи. Однако потенциальные возможности картографии и классификации почв используются в настоящее время далеко не вполне. Причинами такого состояния вещей являются неадекватные способы представления результатов почвенных исследований, недостатки связи между педологами и использующими результаты педологических исследований, часто применение высоко специализированной терминологии или слишком малый интерес со стороны плановиков и лиц, от которых зависят хозяйственные решения. С другой стороны, однако, требуется от картографии и классификации почв приспособленности к требованиям их потенциальных пользователей. Педология должна пользоваться новыми достижениями науки и методами, которые развивались за последние годы. Она должна тоже обеспечить почвы географическим атрибутом, без которого почвоведение исключительно страдает.

R. DUDAL

THE ROLE OF PEDOLOGY IN MEETING THE INCREASING DEMANDS ON SOILS

Faculty of Agricultural Sciences, K. U. Leuven, Belgium

Summary

Pedology has an important role to play in meeting increasing demands on soils. Yet, one finds that soil survey and soil classification are used far below their potential. This situation has been ascribed to inadequate presentation of results, lack of communication, use of specialized terminology, or insufficient interest on the part of planners or decision makers. On the other hand, there appears to be a need for adjustments in soil survey and soil classification in order to fully meet the requirements of potential users. Full advantage should be taken of new tools and approaches which have been developed in recent years. Pedology should maintain its essential task of giving soils a geographic dimension without which application of soil science would be seriously impaired.

*Prof. Dr Raoul Dudal
Catholic Univ. Leuven, Belgium
92 Kardinal Mercierlaan
3030 Leuven, Belgium*

Wpłynęło do redakcji w październiku 1986