

Utarbeiding av geokjemiske og jordbunnskjemiske kart som grunnlag for andre undersøkelser.

J. Låg

Norges landbrukshøgskole, Ås—NLH.

1. Litt om forholdet mellom geokjemi og jordbunnskjemi.

Fra gammelt har geokjemien i alminnelighet vært oppfattet som et teoretisk fagfelt der hovedvekten ble lagt på jordklodens kjemiske sammensetning. Begrepet geokjemi er innført så tidlig som i 1838 (av C. F. Schönbein). Etter hvert ble det lagt stor vekt på utredning av lovmessigheter som kunne forklare fordelingen av de enkelte stoffene. Vår landsmann V. M. Goldschmidt gjennomførte banebrytende undersøkelser på dette området (se f.eks. Goldschmidt 1954).

Med stigende innsikt fulgte økende muligheter for utnytting av geokjemikunnskaper til løsning av praktisk viktige problemer. F.eks. kunne leiting etter malm gjennomføres mer systematisk med utgangspunkt i geokjemiske lovmessigheter. Det ble etter hvert utviklet metoder som viste seg å få betydning for oppdagelse av malmforekomster.

Som oftest er det uskarpe grenser mellom forskjellige fagfelter. I utpreget grad gjelder dette geokjemi og jordbunnskjemi. Mange spørsmål behandles i begge disse fagene, men fra noe forskjellig synsvinkel. Det kan ytes bidrag til løsning av samme problemkompleks både fra geokjemien og fra jordbunnskjemien. Således har kunnskaper i jordbunnskjemi vist seg å være nyttige i forbindelse med utvikling av noen framgangsmåter for malmleiting, og oppklaring av vanskelige jordbunnskjemi-problemer har hatt geokjemi-lover som utgangspunkt. Det

finnes mange enkeltteksempler på behov for fellesbidrag fra de to fagene for løsning av bestemte oppgaver.

2. Bruk av resultater fra kjemiske registreringer.

Generell økologi er et fagfelt som etter hvert har fått en sterk stilling i forskning og undervisning. Her behandles forholdet mellom levende organismer og deres miljø. Studiet av de kjemiske miljøfaktorene og deres virkninger er en meget viktig del av økologien.

I mange tilfelle kan geokjemiske og jordbunnskjemiske kart være nyttig utgangsmateriale når problemer innenfor anvendt økologi skal vurderes. For bedømmelse av naturforurensning vil kjennskap til opprinnelig naturtilstand ofte være en forutsetning. Dette gjelder både globale, regionale og lokale forurensningsproblemer. I denne forbindelse må en være oppmerksom på eksistensen av naturlig jordsmonnforgiftning. Det er i Norge påvist flekker med kraftig forgiftning med henholdsvis bly, kopper og nikkel, og videre med kompleks av flere tungmetaller og av tungmetaller sammen med ekstra lav pH (se f.eks. Låg & Bølviken 1974, Bølviken & Låg 1977).

Et faguttrykk som nylig er tatt i bruk, er økotoksikologi. Dette begrepet omfatter skadelige virkninger av kjemiske stoffer på organismene i naturmiljøet. Her behandles altså skadevirkninger både av forurensninger og av naturens egne stoffer. Et enda mer omfattende fagområde med hensyn til

kjemifaktorer i naturen er geomedisin. En definisjon sier at geomedisin er vitenskapen om alminnelige (ytre) miljøfaktorens betydning for geografisk fordeling av patologiske og ernæringsfysiologiske problemer av humanmedisinsk og veterinærmedisinsk karakter. Mens økotoxikologien behandler giftvirkninger, skal geomedisinen ta seg av både mangel- og overskuddssituasjoner som fører til helseproblemer.

Berggrunnskart som viser utbredelse av forskjellige bergarter med kjent kjemisk sammensetning, kan sies å gi verdifulle basiskunnskaper av geokjemisk karakter. Noe lignende gjelder for kvartærgeologiske kart og jordbunnskart.

Jordbunnskjemiske og geokjemiske kart er i mange tilfelle meget nyttig grunnlag for vurdering av problemer i tilknytning til planteproduksjon. De viktige jordkulturtiltakene gjødsling og kalking har som mål å endre jordbunnskjemiske faktorer.

Analyse av bekkesedimenter som ledd i malmleiting ble tatt opp av Norges geologiske undersøkelse snart etter krigen. Det er utarbeidd kart som viser innhold av mange grunnstoffer over et betydelig område på Østlandet (Norges geologiske undersøkelse 1979). Slike undersøkelser fortsetter stadig, og det blir tatt sikte på å skaffe grunnlagsmateriale som kan utnyttes ved vurdering av geomedisinske problemer. Det analyseres nå på et større antall elementer enn tidligere. Snart skulle det være mulig å tegne slike spesielle geokjemiske kart over en stor del av landet.

Humusprøver fra skogene i Nord-Trøndelag, Oppland og Buskerud, innsamlet i samarbeid med Landsskogtakseringen, har dannet grunnlag for omfattende undersøkelser som har gitt interessante jordbunnskjemiske og geokjemiske resultater. Det er f.eks. påvist at sjøvannets salter i sterk grad gjør seg gjeldende i den kjemiske sam-

mensetningen av humusen nær kysten (se f.eks. Låg 1962, 1968, Låg & Steinnes 1976).

På tilsvarende måte som for velkjente sjøvannelementer avtar innholdet av selén sterkt fra kystområdene til innlandet (Låg & Steinnes 1978).

Tungmetallfordelingen i disse skoghumusprøvene viser også interessante trekk, men vi er ennå ikke nådd så langt i bearbeiding av disse analysetallene.

Forurensning gjennom luftstrømmer fra andre land og verdensdeler er blitt vist stor oppmerksomhet i Norge. Mest omtalt er sur nedbør. Men også tungmetalltilføring er blitt studert i betydelig omfang (se f.eks. Hvatum 1971, Ryling & Tyler 1971, Steinnes 1978). Videre blir organiske mikroforurensninger undersøkt (Lunde 1978).

For agronomiske formål blir det stadig utført bestemmelse av pH og innhold av lettoppløselige planteneringsstoffer i et stort antall prøver fra norsk kulturjord. Menneskelige inngrep er avgjørende for mange egenskaper ved den dyrka jorda. Men f.eks. for innholdet av stoffer som ikke blir tilført regelmessig ved gjødsling og kalking, kan den opprinnelige sammensetningen av jordsmonnet være utslagsgivende. Oversiktskart som gjengir sporstoffinnhold i berggrunn og jord kan bli til nytte ved vurdering av mulig mangel av mikronæringsstoffer for plantene.

Dyr og mennesker trenger flere uorganiske næringsstoffer enn de grønne plantene. Plantene må ha mye av elementene karbon, oksygen, hydrogen, nitrogen, fosfor, svovel, kalium, kalsium og magnesium. Disse blir kalt makronæringsstoffer. Som nødvendige sporstoffer, altså mikronæringsstoffer, for plantene regnes jern, mangan, kobber, sink, molybden, bor og klor. Med unntak av bor trenger dyr og mennesker alle disse stoffene og dessuten sporstoffer som jod, kobolt og selén. Sann-

synligvis må også krom tas med blant sporstoffer som er nødvendige for dyreorganismer. Videre er det flere andre elementer som det kan bli aktuelt å føye til disse to rekkene. Noen forskere regner f.eks. at silisium og vanadium er nødvendige for plantene, og disse to elementene og dessuten nikkel og tinn for dyrene.

Det er sammenheng mellom stoffkonsentrasjonen i jordsmonn og i planter. Men disse relasjonene påvirkes av mange faktorer, i første rekke av jordbunnskjemisk og genetisk karakter. F.eks. vil jordsmonnets pH og fuktighetsgrad ha innvirkning på plantenes opptak av mange forskjellige stoffer, og ulike plantearter og -varieteter kan ha forskjellig stoffopptak. I omfattende geokjemiske undersøkelser kan det være aktuelt å foreta registrering også av stoffinnhold i vegetasjon.

Kjemiske egenskaper til berggrunn og jord får sterk innvirkning på mengde og sammensetning av oppløste stoffer i vannet, først og fremst i grunnvann, men også i betydelig grad i overflatevann. Hydrogeokjemiske utredninger kan være viktige når anlegg av vannverk, fiskekulturtiltak, m.v. skal vurderes.

Ved forskjellige typer av arealplanlegging kan kartverk som gjengir geokjemiske og jordbunnskjemiske forhold bli til stor nytte. De er viktige deler av det kunnskapsgrunnlag som bør være et utgangspunkt for fornuftig naturforvaltning.

Den sterke framgangen vi har hatt i kjemisk analyseteknikk etter siste krig, gjør det mye lettere enn før å analysere nøyaktig store antall prøver. Det synes ønskelig å gjøre en innsats for noenlunde raskt å framskaffe i betydelig omfang kart som viser kjemiske variasjoner i de norske landskapene.

3. Kartlegging i andre land.

Det er etter hvert blitt satt i gang

geokjemiske registreringer i mange land. Særlig synes interessen for malmleiding og for geomedisinske spørsmål å påskynde jordbunnskjemiske og geokjemiske undersøkelser med tanke på kartframstilling. Noen eksempler fra utlandet kan nevnes.

I England er det gjort mye på dette fagfeltet, og nylig er et geokjemisk atlas offentliggjort. Mange amerikanske og tyske publikasjoner har tilknytning til geomedisin. Det finnes også omfattende russiske litteraturoversikter som er oversatt til vesteuropeiske språk.

Stadig kommer det tidsskriftartikler som bringer nye kunnskaper om utnytting av geokjemiske lovmessigheter ved malmleiding. Uttrykket geokjemisk kartlegging blir ofte brukt.

I våre naboland Finland og Sverige er det en betydelig aktivitet på dette område. Det foreligger meget store analysematerialer både ved den finske og den svenske nasjonalinstitusjonen for geologisk kartlegging. Men ennå er forholdsvis lite offentliggjort i kartform.

4. Organisering av kartlegging i Norge.

Gjennom lang tid har det vært drevet berggrunnskartlegging i vårt land. Det finnes derfor gjennomarbeidd metodikk for slike registreringer. Framstilling av jordbunnskart og kvartærgeologiske kart har også tradisjoner, selv om klassifiseringsmåter for jordarter og jordsmonn ofte har variert. Det er derimot mindre av erfaringer å bygge på når det gjelder kart der ulike kjemiske egenskaper skal presenteres.

Det vil bli aktuelt å operere med forskjellige karttyper. Kart som viser innhold av tungmetaller i sedimenter i bekker, er alt nevnt. Fordeling av forskjellige stoffer i humussjiktet i naturlig jordsmonn er kartlagt i en viss utstrekning.

Det er utført mange slags undersøkelser av kjemisk sammensetning av ferskvann og planter. Endel data finnes for kjemiske egenskaper til undergrunnsjord, men materialet er bare i liten utstrekning lagt inn på kart. For matjordsjiktet på dyrka mark er det et stort analysemateriale.

Å bygge opp et kartverk over disse forskjellige typene av data vil selvfølgelig ta lang tid. Hvilke karttyper en bør konsentrere seg om i første omgang avhenger bl.a. av de såkalte brukerinteressene. Det ser ut til at økologiske, økotoksikologiske og geomedisinske problemer nå er kommet i forgrunnen ved siden av spørsmål i tilknytning til vannforsyning, arealplanlegging og malmleding.

Ved utarbeiding av planer for et norsk nasjonalatlas vil det bli overveid å få med geokjemiske oversiktskart.

Som nevnt foreligger det i Norge atskillig analysemateriale som kan utnyttes ved kartframstilling. Men det vil bli behov for omfattende nyinnsamlinger av prøver for analysering, både av berggrunn, vann, jord og planter. Mange institusjoner måtte være med i et slikt arbeid. Ved drøftelse av opplegg for et slikt kartverk bør personer med vesensforskjellig faglig bakgrunn delta.

SAMMENDRAG

Sterk framgang i kjemisk analyseteknikk har gjort at det nå er forholdsvis lett å skaffe store tallmaterialer som viser sammensetningen av berggrunn, vann, jord og planter. Det anbefales å utforme et geokjemisk og jordbunns-kjemisk kartverk som bl.a. kan brukes ved drøftelse av økologiske, økotoksikologiske og geomedisinske problemer, og ved løsning av praktisk viktige spørsmål som arealplanlegging, vannforsyning og malmleding.

Det foreligger alt mye tallmateriale som kan brukes. Men det bør foretas omfattende nyinnsamlinger av prøver for analysering. Det må regnes med at framstilling av et slikt kartverk over Norge vil ta lang tid.

SUMMARY

Preparation of geochemical and soil chemical maps as a basis for other investigations.

The rapid progress in chemical analysing technique has made it comparatively easy to obtain extensive numerical material showing the composition of bedrocks, water, soils, and plants. It is recommended to prepare geochemical and soil chemical maps which, among other factors, may be used as a basis when discussing ecological, ecotoxicological, and geomedical problems, and in solving practical, important questions as e.g. planning of areal use, water supply, and ore prospecting.

A considerable amount of analytical material already exist in Norway. However, comprehensive collecting of samples ought to be carried out. It will take a long time before such a map system can be presented.

I forbindelse med utarbeiding av denne artikkelen har jeg hatt verdifulle drøftelser med geokjemiker B. Bølviken og professor E. Steinnes.

REFERERT LITTERATUR

- Bølviken, B. & Låg, J. 1977. Natural heavy-metal poisoning of soils and vegetation: an exploration tool in glaciated terrain. — *Applied earth science*. Vol. 86, 1977, B 173—180.
- Goldschmidt, V. M. 1954. *Geochemistry*. 730 s. — Oxford.
- Hvatum, O. Ø. 1971. Sterk blyoppnopning i overflatesjiktet i myrjord. Spesielt fremtredende i Sør-Norge. — *Teknisk Ukeblad*, 118, 40.
- Lunde, G. 1978. Påvisning av organiske foreureninger i lave konsentrasjoner i det ytre miljø. — Symposium om økotoksikologi. . . NAVF, NFFR, NLVF, NTNf, s. 244—251.
- Låg, J. 1962. Undersøkelse av skogjorda i Nord-Trøndelag ved Landsskogtakseringens markarbeid sommeren 1960. (English summary). — *Jordbunnsbeskrivelse nr. 47*. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 64. Bd. 18, 107—160.
- Låg, J. 1968. Relationships between the chemical composition of the precipitation and the contents of exchangeable ions in the humus layer of natural soils. — *Acta Agric. Scand.* 18:3, 148—152.
- Låg, J. & Bølviken, B. 1974. Some naturally heavy-metal poisoned areas of interest in prospecting, soil chemistry, and geomedicine. — *Norges geol. unders.* 304, 73—96.
- Låg, J. & Steinnes, E. 1976. Regional distribution of halogens in Norwegian forest soils. — *Geoderma*. 16, 317—325.
- Låg, J. & Steinnes, E. 1978. Regional distribution of selenium and arsenic in humus layers of Norwegian forest soils. *Geoderma*. 20, 3—14.
- Norges geologiske undersøkelser* [1979]. Arsmelding 1978. 58 s. — Trondheim.
- Kytling, A. & Tyler, G. 1973. Heavy metal deposition in Scandinavia. Water, Air and Soil Pollution. 2, 445—455.
- Steinnes, E. 1978. Bidrag fra langtransport av luftforeurensninger til den geografiske fordeling av tungmetaller i jord. — Symposium om økotoksikologi. . . NAVF, NFFR, NLVF, NTNf, s. 141—144.