

KORELACJA I ANALIZA CZYNNIKOWA CECH GEOCHEMICZNYCH TZW. CZARNYCH ŁUPKÓW W SUDETACH

UKD 550.42:551.73(234.57)

Badania chemiczne stanowią część kompleksowych badań geologicznych tzw. czarnych łupków, prowadzonych w ramach CPBP 0305 tematu 2.04 „Pierwiastki promieniotwórcze, metale ciężkie i grafit w czarnych łupkach starszego i młodszego paleozoiku Sudetów i ich przedgórze”.

Próbki do badań pobrano ze skał metamorficznych waryscyjskiego piętra Gór Kaczawskich oraz ze skał osadowych Gór Bardzkich i niecki śródsudeckiej (1, 2). Z Gór Kaczawskich przeanalizowano 17 próbek sylurskich skał z okolic Bystrzycy, Gozdna, Starych Rochowic i Janówka. Z Gór Bardzkich przebadano 14 próbek sylurskich skał z okolic Zdanowa, Łopianki i Wilczej oraz 7 próbek z późnego dewonu – wczesnego karbonu z okolic Barda i Gołogłów. Ze skał osadowych niecki śródsudeckiej przeanalizowano 32 próbki z tzw. łupków walchowych i łupków antrakozjowych z późnego karbonu – wczesnego permu.

Badania chemiczne obejmowały oznaczenie głównych składników metodą „mokrą” oraz określenie poziomu naturalnej promieniotwórczości (U), wykonane w Pracowni Analitycznej Instytutu Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego oraz półilościowe oznaczenia spektralne pierwiastków śladowych wykonane w Instytucie Chemii Nieorganicznej i Metalurgii Pierwiastków Rzadkich Politechniki Wrocławskiej.

METODY OBLICZEŃ

Obliczenia prowadzono na czterech zbiorach danych – wynikach analiz chemicznych próbek z utworów różnowiekowych z różnych jednostek geologicznych. Dla każdego zbioru obliczono współczynniki korelacji liniowej między składnikami analiz. Wyniki przedstawiono w formie dendrogramów. Ich konstrukcja jest oparta na wzorze na średnią arytmetyczną. Następnie w każdej

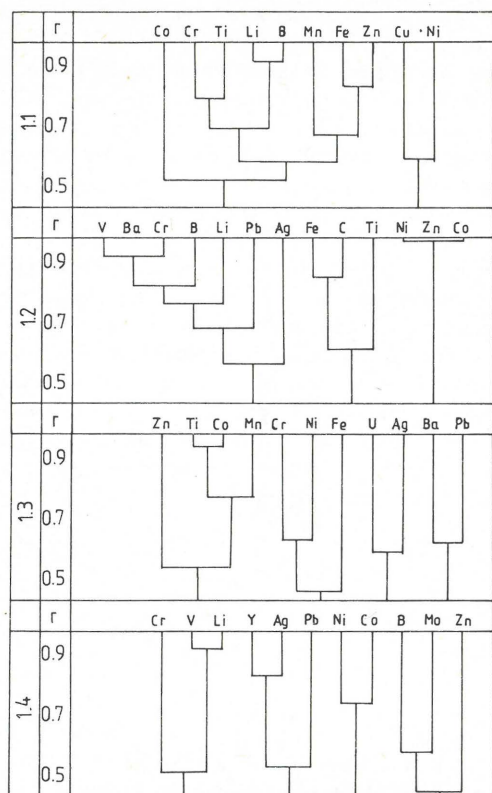
grupie przeprowadzono analizę czynnikową cech – składników analiz – pierwszą metodą Joreskoga (3).

ANALIZA KORELACJI

Do obliczeń macierzy korelacji, we wszystkich analizowanych zbiorach wykorzystano oznaczenia zawartości Fe, C_{org.}, B, Pb, Cr, Ni, Ba, V, Li, Ti, Ag, Zn, Co. Ponadto wykorzystano oznaczenia zawartości Mn, Cu, Mo i Y w próbkach z Gór Kaczawskich, Ca w próbkach ze skał górnego dewonu – dolnego karbonu Gór Bardzkich, oznaczenia Mn, Mo, V oraz U w próbkach skał syluru Gór Bardzkich i oznaczenia zawartości Ca, Mn i Mo w próbkach ze skał osadowych niecki śródsudeckiej.

Obliczone wartości współczynników korelacji pozwalają na wydzielenie grup składników o silnej korelacji, którym na dendrogramie (ryc.) odpowiadają gałęzie.

W próbkach z Gór Kaczawskich istnieje wyraźna korelacja (ryc. 1.1) między zawartością Li, B, Cr, Ti, Mn, Fe i Zn – grupa pierwsza, oraz silna korelacja między zawartością Cu i Ni – grupa druga. Między składnikami tych grup korelacja jest ujemna. W próbkach skał górnego dewonu – dolnego karbonu Gór Bardzkich można wyróżnić trzy grupy składników (ryc. 1.2). W pierwszej występują Y, Ba, Cr, B, Li oraz Ag. Druga grupa obejmuje Fe i zawartość substancji organicznej C. W trzeciej grupie występują Ni, Co i Zn. Między składnikami grupy pierwszej i drugiej a składnikami grupy trzeciej korelacja jest ujemna. W próbkach skał syluru Gór Bardzkich istnieje silna korelacja (ryc. 1.3) między zawartością Ti, Co, Mn i Zn – grupa pierwsza, między zawartością Cr i Ni – grupa druga, między poziomem naturalnej promieniotwórczości i zawartością Ag – grupa trzecia oraz między zawartością Ba i Pb – grupa czwarta. Między składnikami grupy czwartej i składnikami pozostałych grup korelacja jest ujemna. Dendro-



Dendrogramy współczynników korelacji

Próbki z: 1.1 — Gór Kaczawskich, 1.2 górnego dewonu—dolnego karbonu Gór Bardzkich, 1.3 — syluru Gór Bardzkich, 1.4 — niecki śródsudeckiej

Dendrograms of correlation coefficients

Samples from: 1.1 — Kaczawskie Mts., 1.2 — Bardzkie Mts. (Upper Devonian—Lower Carboniferous), 1.3 — Bardzkie Mts. (Sylurian), 1.4 — Intersudetic Basin

gram współczynników korelacji między składnikami analiz próbek skał z niecki śródsudeckiej dzieli się na trzy gałęzie (ryc. 1.4). Łączy on V z Li, Ni z Co oraz B z Mo.

ANALIZA CZYNNIKOWA

W obliczeniach przeprowadzonych dla trzech czynników wykorzystano te oznaczenia, które spełniają warunek współzależności (statystyka X^2 , poziom ufności 0,95). W próbkach z Gór Kaczawskich są to oznaczenia zawartości Fe, $C_{org.}$, B, Mn, Pb, Cr, Cu, Ni, Ba, Mo, V, Li, Y, Ti, Ag, Zn; w próbkach górnego dewonu—dolnego karbonu Gór Bardzkich zawartość Ca, Fe, $C_{org.}$, B, Pb, Cr, Ni; w próbkach syluru Gór Bardzkich zawartość Fe, $C_{org.}$, B, Mn, Pb, Cr; w próbkach z niecki śródsudeckiej Ca, Fe, $C_{org.}$, B, Mn, Pb, Cr, Ni, Ba, Mo, V, Li, Ti, Y, Ag, Zn, Co.

W próbkach z Gór Kaczawskich trzy czynniki wyczerpują łącznie 58% zmienności całkowitej cech (tab.). Czynniki pierwsze jest określony przez zależność między zawartością Ni, Ag, B, Y, Fe i Mn. Czynniki te, jak wynika również z analizy korelacji, przy wzroście zawartości Ni i Cu wpływał na spadek zawartości B, Fe, Mn. Czynniki drugie jest określony przez przeciwną zależność między zawartością Pb, Zn i V z jednej strony i zawartością Y i B z drugiej strony. Czynniki trzeci jest określony przez zależność między zawartością Cr i Li (ryc. 1.1). Wpływał on jednocześnie na zawartość Ti i B.

ANALIZA CZYNNIKOWA

	Czynniki	CECHY		% zmienności całkowitej cech
		„+”	„-”	
Góry Kaczawskie	I		Ni, Ag, B, Y, Fe, Mn	28
	II	Y, B	Pb, Zn, V	20
	III		Cr, Li	10
			Razem	58
Góry Bardzkie (g. dewon—d. karbon)	I	Ca	C, Fe	31
	II	Ca	Pb, Cr, B	35
	III	Ni	Fe	21
			Razem	87
Góry Bardzkie (sylur)	I		Fe, Cr, Mn	24
	II	C, Cr		22
	III	U	Mn	16
			Razem	62
Niecka śródsudecka	I	V, Li, Cr, Ti	Ca	18
	II		Ag, Y, Pb	14
	III	Ni, Co, B, Zn, Mo, Fe	Mn	21
			Razem	53

W próbkach z górnego dewonu—dolnego karbonu Gór Bardzkich trzy czynniki wyczerpują 87% zmienności całkowitej cech (tab.). Czynniki pierwsze jest określony przez przeciwną zależność między zawartością Ca i między zawartością C i Fe. Czynniki drugie jest również określony przez przeciwną zależność między zawartością Ca z jednej strony i zawartością Pb, Cr i B z drugiej strony. Czynniki te wpływają na spadek zawartości C, Fe, Pb, Cr i B przy wzroście zawartości Ca w węglanach. Czynniki trzeci, określony przez przeciwną zależność między Ni i Fe, wpływał na spadek zawartości Fe przy wzroście zawartości Ni, Zn i Co (ryc. 1.2).

W próbkach z syluru Gór Bardzkich trzy czynniki wyczerpują 62% zmienności całkowitej cech (tab.). Czynniki pierwsze jest określony przez zależność między zawartością Fe, Cr i Mn. Czynniki ten wpływał również na zawartość innych pierwiastków związanych z Fe, Cr i Mn korelacją liniową (ryc. 1.3). Czynniki drugie, określony przez związek między zawartością substancji organicznej C i zawartością Cr, wpływał pośrednio również na zawartość Ni i Fe. Czynniki trzeci, określony przez przeciwną zależność między U i Mn, miał wpływ na wzrost zawartości pierwiastków promieniotwórczych przy spadku zawartości Mn, Co, Ti oraz Zn.

W próbkach ze skał osadowych niecki śródsudeckiej trzy czynniki wyczerpują 53% zmienności całkowitej cech

(tab.). Największy wpływ na zmienność cech miał czynnik określony przez przeciwną zależność między zawartością Ni, Co, B, Zn, Mo i Fe a zawartością Mn. Czynnik drugi jest określony przez zależność między zawartością Y, Ag i Pb (ryc. 1.4). Czynnik pierwszy wpływał na wzrost zawartości V, Li, Cr i Ti przy spadku zawartości Ca w węglanach.

PODSUMOWANIE

Geochemiczne zależności między składnikami analiz chemicznych próbek tzw. czarnych łupków, ujawniające się przez liniowe korelacje, są różne w Górach Kaczawskich, Górach Bardzkich i w necie śródsudeckiej. Różnice wynikają z odrębności regionalnej i stratygraficznej oraz z wpływu różnych czynników na genezę tych skał. Dla próbek z różnych jednostek geologicznych i poziomów stratygraficznych, czynniki są określone przez korelacje między różnymi składnikami. Określenie fizycznego charakteru tych czynników na podstawie otrzymanych analiz jest trudne i wymaga dalszych badań.

Dziękuję doc. dr hab. S. Lorencowi za udostępnienie wyników analiz chemicznych oraz koledze dr J. Wojewodzie za cenne uwagi redakcyjne.

LITERATURA

1. Baranowski Z., Haydukiewicz A. et al. — CPBP temat 2.04 pt. Pierwiastki promieniotwórcze, metale ciężkie i grafit w czarnych łupkach starszego i młodszego paleozoiku Sudetów i ich przedgórze. Sprawozdanie z I etapu badań. Masz. Inst. Nauk Geol. UW., 1986.
2. Baranowski Z., Haydukiewicz A. et al. Ibidem. Sprawozdanie z II etapu badań. Ibidem, 1987.
3. Bartkowiakowa A. — Opis merytoryczny programów statystycznych. Wyd. UW., 1982.

SUMMARY

Analysis of linear correlation among the components of the chemical analyses of various black shales from the Sudety Mts. shows that:

1) in Silurian metamorphic rocks samples of the Kaczawskie Mts. there exist two groups of well correlated components;

2) in Upper Devonian—Lower Carboniferous sedimentary rock samples of the Bardzkie Mts. there exist 3 groups;

3) in Silurian rock samples of the Bardzkie Mts. there exist 4 groups;

4) in sedimentary rock samples of the Intrasudetic Basin there exist 3 groups.

Differences in correlation are due to regional and stratigraphic variability of samples rocks and due to effects of various factors on their origin. Those factors were determined by means of factor analysis (R-mode). Physical character of the factors can not be precisely determined basing on calculated results and needs further studies.

Translated by the author

РЕЗЮМЕ

Результаты геохимических исследований образцов, так называемых черных сланцев из Качавских гор, Бардских гор и Междуетской мульды были подданы анализу линейной корреляции и факторному анализу. Компоненты химических анализов, между которыми имеется четкая корреляция, образуют в образцах метаморфических силурийских пород из Качавских гор — две группы, в образцах осадочных пород девона — нижнего карбона Бардских гор — три группы, в образцах силура Бардских гор — четыре группы, а в образцах пород междуетской мульды — три группы (рис. 1). Разницы в корреляции обусловлены региональной и статиграфической особенностями, а также влиянием разных факторов на генезис этих пород. Факторы были определены в факторном анализе путем корреляции между компонентами химических анализов (таблица). Точное определение физического характера факторов на основании полученных результатов трудное и оно требует дальнейших исследований.