

## OSADY EUPELAGICZNE PACYFIKU JAKO POTENCJALNE ŹRÓDŁO POZYSKIWANIA PIERWIASTKÓW ZIEM RZADKICH

**Dominik Zawadzki**

Uniwersytet Szczeciński, Instytut Nauk o Morzu, Zakład Geologii Morza,  
tel.: (+48) 91 444 24 23, e-mail: dominik.zawadzki@univ.szczecin.pl

**Łukasz Maciąg**

tel.: (+48) 91 444 24 23, e-mail: lukasz.maciag@univ.szczecin.pl

**Ryszard Andrzej Kotliński**

tel.: (+48) 91 444 24 54, e-mail: ryszard.kotlinski@univ.szczecin.pl

Zbadano przydatność wybranych osadów eupelagicznych (mułów ilastych krzemionkowych) i **hydrogenicznych** (konkrecji polimetalicznych, naskorupień kobaltonośnych) jako potencjalnych źródeł pozyskiwania pierwiastków ziem rzadkich (REE). Badania oparto na analizach geochemicznych 137 próbek mułów ilastych krzemionkowych, pochodzących z poligonu H11 IOM, znajdującego się we wschodniej części Strefy Rozłamowej Clarion – Clipperton (CCFZ) (obszar tropikalny wschodniego Pacyfiku) i na dostępnych danych literaturowych dotyczących zawartości REE w tlenkowych skupieniach żelazowo – manganowych (Kotliński et al., 1997; Dubinin, 2004; Duliu et al., 2009; Franzen, Balaz, 2012; Hein et al., 2013; Dimitrova et al., 2014) oraz osadach eupelagicznych z obszarów innych niż CCFZ (Dubinin, Sval'nov, 2000; Dubinin, Sval'nov, 2003; Dubinin, Rimskaya-Korsakova, 2011; Kato et al., 2011).

Przeprowadzone analizy geochemiczne (metoda ICP-MS) wskazują że suma koncentracji pierwiastków ziem rzadkich i itru ( $\Sigma$ REY) w całej populacji prób jest niska i waha się od 199,99 ppm do 616,56 ppm, przy średniej 288,81 ppm, natomiast suma ciężkich ziem rzadkich ( $\Sigma$ HREE) mieści się w zakresie 214,22 ppm - 54,27 ppm, przy średniej wynoszącej 83,36 ppm. Wyniki koncentracji REE w poszczególnych horyzontach opróbowania znormalizowane do PAAS i przedstawione na diagramach rozkładów, wykazują podobny przebieg i charakteryzują się negatywną anomalią cerową (0,34–0,81), słabą pozytywną anomalią europu (1,07 – 1,30) oraz wyraźnym wzbogaceniem MREE w stosunku do LREE, co wskazuje na niskie tempo sedymentacji i znaczne oddalenie od źródeł materiału terygenicznego. W związku z niewielką zawartością sumaryczną pierwiastków ziem rzadkich, muły ilaste krzemionkowe towarzyszące konkrecjom polimetalicznym nie stanowią obecnie wartościowej pod tym kątem kopaliny. Jak wskazują Kato et al., (2011), którzy przebadali ponad 2000 próbek osadów eupelagicznych pochodzących z 78 stanowisk na dnie Pacyfiku, niektóre obszary Oceanu Spokojnego wykazują znaczne wzbogacenie w REE, wpływając na wzrost potencjału złożowego. Są to między innymi regiony południowo-wschodniego Pacyfiku (5°-20°S, 90°-150°W) oraz centralnej części północnego Pacyfiku (3°-20°N, 130°W-170°E), gdzie  $\Sigma$ REY wynosi odpowiednio między 1000 a 2230 ppm (przy  $\Sigma$ HREE = 200 – 430 ppm) oraz 400 – 1000 ppm (przy  $\Sigma$ HREE = 70 – 180 ppm), co jest wynikiem porównywalnym do koncentracji wzmiankowanych metali w złożach lądowych południowych Chin.

Analizy porównawcze średnich koncentracji pierwiastków ziem rzadkich w tlenkowych skupieniach Fe-Mn dowodzą, że największe zawartości REY posiadają naskorupienia kobaltonośne Oceanu Indyjskiego ( $\Sigma$ REY = 2553 ppm) oraz północnego Pacyfiku ( $\Sigma$ REY = 2498 ppm). Konkrecje polimetaliczne wykazują umiarkowane zawartości pierwiastków ziem rzadkich, przy czym ich koncentracje są ściśle związane z ich typem genetycznym. Najbardziej zasobne w REY są konkrecje typu hydrogenicznego (Kotliński et al., 1997), zaś najmniej konkrecje diagenetyczne. Potwierdza to przypadek Basenu Peruwiańskiego ( $\Sigma$ REY = 410 ppm), w którym przeważa typ „D” konkrecji. (von

Stackelberg, 2000). O ile w wielu lądowych źródłach (Bayan Obo w Chinach, Mountain Pass w USA) pierwiastki ziem rzadkich stanowią kopalinę główną lub dominującą, w przypadku kopalin oceanicznych (głównie naskorupienia kobaltonośne) będą najprawdopodobniej uzyskiwane ubocznie podczas produkcji metali głównych, takich jak: Mn, Ni, Cu i Co (Hein et al., 2013).

Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer: DEC-2012/07/N/ST10/03561.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

**DIMITROVA D., MILAKOVSKA Z., PEYTCHEVA I., STEFANOVA E., STOYANOVA V., ABRAMOWSKI T., WÄLLE M., 2014** – Trace element and REY composition of polymetallic nodules from the eastern Clarion Clipperton Zone (Northern Pacific Ocean) determined by in situ LA-ICP-MS analyses. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des sciences*, Tome 67, No 2.

**DUBININ A.V., 2004** – Geochemistry of Rare Earth Elements in the Ocean, *Lithology and Mineral Resources*, Vol. 39, No. 4, pp. 289-307.

**DUBININ A.V., RIMSKAYA-KORSAKOVA M.N., 2011** – Geochemistry of Rare Earth Elements in Bottom Sediments of the Brazil Basin, Atlantic Ocean, *Lithology and Mineral Resources*, Vol. 46, No. 1, pp. 1–16.

**DUBININ A.V., SVAL'NOV V.N., 2000** – Geochemistry of Rare Earth Elements in Micro and Macronodules from the Pacific Bioproductive Zone. *Lithology and Mineral Resources*, Vol. 35, No. 1, pp. 19–31. Translated from *Litologiya i Poleznye Iskopaemye*, No. 1, 2000, pp. 25–39.

**DUBININ A.V., SVAL'NOV V.N., 2003** – Geochemistry of the Manganese Ore Process in the Ocean: Evidence from Rare Earth Elements. *Lithology and Mineral Resources*, Vol. 38, No. 2, pp. 91–100.

**DULIU O.G., ALEXE V., MOUTTE J., SZOBOTCA S.A., 2009** – Major and trace element distributions in manganese nodules and micronodules as well as abyssal clay from the Clarion-Clipperton abyssal plain, Northeast Pacific. *Geo-Marine Letters* 29, pp. 71–83.

**FRANZEN J., BALAZ P., 2012** – Rare Earth Elements in the Polymetallic Nodules – a New Challenge. [In:] *The Proceedings of the 23rd International Offshore and Polar Engineering Conference*, Rhodes, Greece, pp. 112-116.

**HEIN J.R., KOSCHINSKY A., 2013** - Deep-ocean ferromanganese crusts and nodules. [In:] Scott, S. (Ed.), *The Treatise on Geochemistry*, Vol. 12. Elsevier, pp. 273-290.

**HEIN J.R., MIZELL K., KOSCHINSKY A., CONRAD T.A., 2013** – Deep-ocean mineral deposits as a source of critical metals for high- and green-technology applications: Comparison with land-based resources. *Ore Geology Reviews* 51, pp. 1-14.

**KATO Y., FUJINAGA K., NAKAMURA K., TAKAYA Y., KITAMURA K., OHTA J., TODA R., NAKASHIMA T., IWAMORI H., 2011** – Deep-sea mud in the Pacific Ocean as a potential resource for rare-earth elements. *Nature Geoscience* 4, pp. 535-539.

**KOTLIŃSKI R., PARIZEK A., REZEK K., 1997** – Polymetallic nodules – a possible source of Rare Earth Elements. [In:] *The Proceedings of the 2nd ISOPE – Ocean Mining Symposium*, Seoul, Korea, pp. 50-56.

**VON STACKELBERG U., 2000** – Manganese Nodules of the Peru Basin. [In:] Cronan D. (ed.), *Handbook of Marine Mineral Deposits*, CRC Press, London, pp. 197-238.