

Wpływ użytkowania zlewni na właściwości fizykochemiczne osadów dennych jezior

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań osadów dennych z trzech jezior różniących się zagospodarowaniem zlewni, w aspekcie oceny wybranych parametrów fizykochemicznych tych osadów. Stwierdzono m. in., że rodzaj materiału roślinnego, porastającego zlewnię jeziora, w istotny sposób determinuje właściwości osadów. Wartości stosunku C:N, obliczone dla badanych osadów, mieszczą się w zakresie 12-19, co wskazuje na względnie jednakowy udział szczątków roślin naczyniowych i nienaczyniowych w osadach. Jakość osadów zmienia się także wraz z rozmieszczeniem ich w misie jeziornej.

Słowa kluczowe: osady denne, zlewnia, stosunek C:N,

Wstęp

Wszystkie zbiorniki wodne posiadają swoje dno, na którym osadzają się organiczne i nieorganiczne zawiesiny. Tworzą one osady denne charakterystyczne dla zlewni i cech morfologicznych zbiornika. Zgromadzone na dnie jezior osady mogą być zarówno pochodzenia autochtonicznego (materia organiczna tworząca się z wytrąconych z wody substancji mineralnych oraz z nie rozłożonych szczątków organizmów), jak i pochodzenia allochtonicznego, czyli substancja dopływająca do jeziora z otaczającej je zlewni (krzemionka, gliny, iły, detrytus).

W osadach dennych stale przebiegają procesy rozkładowe. Kierunek i tempo tych przemian jest charakterystyczny dla danego ekosystemu, w którym występuje zarówno zróżnicowany materiał organiczny, jak i wyspecjalizowane zespoły organizmów. Do szczegółowego rozpatrywania właściwości osadów dennych jezior w aspekcie obiegu w nich różnych

substancji potrzebna jest znajomość wielu makro- i mikroskładników. Ważną cechą osadów z punktu widzenia warunków fizykochemicznych panujących na dnie jest jakość substancji organicznej. Orientacyjną wartość, co do jakości substancji organicznej w osadach, względnie warunków jej rozkładu ma oznaczanie w nich stosunku zawartości węgla organicznego do zawartości azotu ogółem C/N [Meyers 1997, Twichell i in. 2002]. Wartość C/N w osadach jest często używana jako wskaźnik czasowych zmian w cyklach materii organicznej w systemach wodnych [Herczeg i in. 2001]. Determinowana jest składem chemicznym materiału organicznego deponowanego na dnie jezior. Niską wartość stosunku C/N stwierdzono dla materii organicznej bogatej w białka (wartości pomiędzy 4-10), natomiast wysoką wartością C/N (>20) charakteryzuje się materia organiczna, której źródłem są makrofity i rośliny wyższe bogate w celulozę [Meyers 1997, Arnaboldi 2003, Calvert 2004].

Osady dennie są wytworem nie tylko procesów zachodzących w danym środowisku wodnym, ale także na obszarze całej zlewni. Zalicza się je do najważniejszych źródeł wiedzy o minionych i obecnych dziejach środowiska przyrodniczego. W dziedzinie paleolimnologii traktuje się je jako swoiste archiwum rejestrowania i wiarygodnego przechowywania informacji o wielu różnych procesach i zdarzeniach przebiegających w zbiorniku wodnym. Celem prowadzonych badań było określenie wpływu użytkowania zlewni na właściwości fizykochemiczne osadów dennych trzech jezior.

Materiał i metody

Jako materiał badawczy wykorzystano osady dennie z trzech jezior o różnym zagospodarowaniu zlewni:

Jezioro Szare (53°56'30"N, 16°42'E) w 90 % otoczone lasem liściastym, z dużym udziałem brzozy. Brzeg jeziora porośnięty jest roślinnością charakterystyczną dla torfowisk mszarnych i wysokich. Powierzchnia lustra wody wynosi 8,3 ha, a maksymalna głębokość zbiornika 11,7 m. Jezioro Szare jest zbiornikiem o charakterze dystroficznym (pH wód powierzchniowych 4,5).

Jezioro Świąte (54°24'30"N, 17°51'E) jest to nieduże i stosunkowo płytkie jezioro (powierzchnia 4,9 ha, głębokość maksymalna 6,4 m), którego zlewnię w 81 % stanowią użytki rolne. Podobnie jak jezioro Szare jest to jezioro o charakterze dystroficznym (pH wód powierzchniowych wynosi 5,0).

Jezioro Kwisno (54°04'N, 17°07'E) jest to nieduże rynnowe jezioro o powierzchni 8,6 ha i głębokości maksymalnej 13,7 m. Otoczone jest głównie lasem sosnowym, który stanowi 98,5 % całkowitej powierzchni zlewni. Wody powierzchniowe mają odczyn obojętny pH = 6,4). Jest to jezioro typu oligotroficznego.

Osady dennie badanych jezior pobierano aparatem rurowym Kajaka w okresie stagnacji letniej, z warstwy powierzchniowej o miąższości około 0-15 cm. Powietrznie suche osady ucierano w moździerzu i przesiewano przez sito o średnicy oczek 1 mm.

W analizowanych osadach oznaczono:

- zawartość węgla organicznego metodą Orłowa i Grindel (TOC);
- zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla (N);
- zawartość fosforu ogólnego metodą kolorymetryczną z metawanadnianem (P);
- zawartość popiołu;
- pH w wodzie (w stosunku 1:10w/v);
- przewodnictwo elektrolityczne (w stosunku 1:10w/v).

Dla analizowanych próbek osadów dennych policzono wartości stosunku $C_{org}:N_{tot}$ (zawartość węgla organicznego do zawartości azotu ogólnego) oraz procentowy udział materii organicznej ($TOC*1,74$ [Mudroch i in. 1997]).

Wyniki i dyskusja

Osady denne są ważnym elementem środowiska wodnego. Są nie tylko ważnym źródłem substancji pokarmowych, ale również regulatorem obiegu materii w środowisku. Wybrane parametry fizykochemiczne osadów dennych badanych jezior zamieszczono w tabeli 1. Zróżnicowanie w wartościach oznaczanych parametrów jakościowych występowało zarówno w osadach pobieranych z jezior o różnej zlewni, jak i w próbkach osadów pobieranych w obrębie jednego jeziora.

Osady denne badanych jezior charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością frakcji organicznej jak i substancji biogenych. Zawartość węgla organicznego w analizowanych osadach mieściła się w zakresie od 0,6 % do 41 %. Dla próbek osadów obliczono procentowy udział materii organicznej ($TOC*1,74$). Osady dystroficznego jeziora Szare, w bardzo dużym procencie składające się z allochtonicznej materii pochodzenia torfowego, były najbardziej zasobne w materię organiczną Górniak [Górniak, Zieliński 1999] w swej pracy wskazuje na znaczenie torfowiska, jako bogatego źródła materii organicznej, w tym węgla, przyczyniającego się do wzbogacania wód i osadów w ten właśnie składnik. Natomiast w osadach jeziora Kwisno, należącego do oligotroficznej grupy jezior, stwierdzono najmniejszą zawartość materii organicznej. Widać, więc, że zawartość materii organicznej w analizowanych osadach wzrasta w kierunku od jeziora oligotroficznego do jezior dystroficznych

Podobny był rozkład zawartości azotu ogółem (0,7-25,0 gN/kg) w badanych osadach dennych. Największą wartość tego pierwiastka stwierdzono w osadach jeziora Szare, którego otoczenie stanowiły torfowiska mszarne i wysokie oraz lasy liściaste. Nieco mniejszą zawartość azotu stwierdzono w osadach jeziora Święte o zlewni typowo rolniczej, najniższe koncentracje azotu odnotowano natomiast w osadach jeziora Kwisno o zlewni porośniętej lasem sosnowym.

Tabela 1. Wybrane parametry fizykochemiczne osadów dennych badanych jezior.
Table 1. Physico-chemical parameters of bottom sediments of studied lakes.

Jezioro Lake	pH	κ^*	TOC*	N_{og} N_{tot}	P_{og} P_{tot}	$C_{org}:N_{og}$ $C_{org}:N_{tot}$	MO*	Popiół ash
		$\mu\text{S}/\text{cm}$	g/kg	gN/kg	gP/kg		%	%
Osady litoralowe Sediments of littoral zone								
Szare	5,80	366	406	25,0	0,92	16,3	70,8	20,2
Święte	5,55	707	115	6,1	0,73	18,9	20,0	73,3
Kwisno	5,95	70	6	0,7	1,60	15,7	1,0	97,9
Osady profundalowe Sediments of profoundly zone								
Szare	5,68	405	378	22,0	1,04	17,2	65,8	31,4
Święte	5,70	291	225	12,5	1,22	18,1	39,2	59,0
Kwisno	5,35	1533	151	12,6	2,10	12,0	26,3	66,7

*TOC – całkowity węgiel organiczny; κ - przewodnictwo elektrolityczne, MO- materia organiczna,

* TOC – total organic carbon, κ - electrolytic conductivity; MO organic matter

Zróźnicowanie zawartości węgla organicznego i azotu ogółem w poszczególnych próbkach odzwierciedlają także obliczone wartości stosunku C:N. Osady, dla których udział materii organicznej pochodzącej z roślin lądowych jest względnie mały w porównaniu z udziałem materii organicznej produkowanej w słupie wody charakteryzują się niższym stosunkiem C:N niż osady zasilane znacznymi ilościami detrytusu pochodzącego z roślin naczyniowych. W badanych jeziorach wartości stosunku C:N dla powierzchniowych osadów mieszczą się w zakresie 12-19, co wskazuje na względnie jednakowy udział szczątków roślin naczyniowych i nienaczyniowych w osadach. Jest to sytuacja charakterystyczna dla większości jezior [Cieślewicz 1999].

Biologiczna mineralizacja fosforu ściśle zależy od biochemicznych przemian węgla i azotu. Tendencja zmian zawartości fosforu ogólnego w osadach analizowanych zbiorników kształtowała się odmiennie niż zmiany zawartości węgla i azotu. Dużą zawartość fosforu zaobserwowano w osadach jeziora Kwisno. Nieco mniejszą zawartość tego biogenu odnotowano natomiast w osadach jezior Szare i Święte.

Jak już wspomniano właściwości badanych osadów zależą również od rozmieszczenia ich w misie jeziora. Jest to m.in. spowodowane przestrzennym zróźnicowaniem osiadania różnych wielkości cząstek, wpływem osadów w dół stoków misy, jak również znacznym zróźnicowaniem materiału organicznego tworzącego osady profundalowe i litoralowe.

Wnioski

Obiektywna identyfikacja kierunków i tempa współczesnych przemian jezior wymaga znajomości warunków i przekształceń środowiska geograficznego zlewni. Stwierdzone różnice w zawartości analizowanych parametrów jakościowych (zawartość materii organicznej, główne składniki biogenne - azot ogólny i fosfor) osadów dennych jezior wynikały przede wszystkim z charakteru zbiorników wodnych.

Jakość badanych osadów zależy istotnie od charakteru zlewni oraz sposobu jej zagospodarowania. Również rodzaj materiału organicznego, w tym rodzaj szaty roślinnej, tworzącego osady denne wpływa znacząco na ich właściwości.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono wzrost zawartości materii organicznej w osadach badanych jezior w kierunku od jezior, o naturalnym, harmonijnym przebiegu sukcesji jezior oligotroficznych, do jezior dystroficznych o nieharmonicznym.

Zawartość azotu w badanych osadach była zależna od zawartości materii organicznej, w której azot jest jednym z makroskładników.

Bibliografia

- Arnaboldi M., Meyers P.A. 2003. Geochemical evidence for paleoclimatic variations during deposition of two late pliocene sapropels from the Vrica section, Calabria. *Palaeo* 190, 257-271.
- Calvert S.E. 2004. Beware intercepts: interpreting compositional ratios in multi-component sediments and sedimentary rocks. *Organic Geochemistry* 35, 981-987.
- Herczeg A.L., Smith A.K., Dighton J.C. 2001. A 120 year record of changes in nitrogen and carbon cycling in Lake Alexandria, South Australia: C:N, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ in sediments. *Applied Geochemistry* 16, 73-84.
- Cieśliewicz J. 1999. Parametry jakościowe kwasów huminowych osadów dennych jezior o zróżnicowanym zagospodarowaniu zlewni. Praca doktorska ATR w Bydgoszczy, s. 133.
- Górniak A., Zieliński P. 1999. Rozpuszczona materia organiczna w wodach rzek północno-wschodniej Polski. W: *Ochrona zasobów i jakości wód powierzchniowych i podziemnych*. Mat. X Międzyn. Konf. Nauk.-Techn., Augustów, 127-131.
- Meyers P.A. 1997. Organic geochemical proxies of paleoceanographic, paleolimnologic, and paleoclimatic processes. *Organic Geochemistry* 27, 5/6, 213-250.
- Mudroch A., Azcue J.M., Mudroch P. (red.) 1997. *Physico-chemical analysis of aquatic sediments*. Lewis publishers Boca Raton, New York, London, Tokyo.
- Twichell S.C., Meyers P.A., Diester-Haass L. 2002. Significance of high C/N ratios in organic-carbon-rich Neogene sediments under the Benguela Current upwelling system. *Organic Geochemistry* 33, 715-722.

Influence of the use of a drainage basin on physical and chemical properties of bottom sediments of lakes

Summary

The results of analysis of bottom sediments from tree lakes differing as for as the use of the drainage basin was concerned were presented. The land of the plant cover of the catchments of a lake significantly influences the sediments properties. The C:N ratio of the analyzed sediments is 12-19 which indicates a rather equal participation of higher plant and lower plant residues in the sediments. The quality of the sediment varies also with its distribution in the lake pan.

Key words: bottom sediments, drainage basin, C:N ratio