

ŚRODOWISKO FIORDÓW I LAGUN W WARUNKACH OCIEPLENIA KLIMATU - POWSTAWANIE I KOLONIZACJA (ADMIRALTY BAY, SOUTH SHETLAND ISLANDS, ANTARKTYKA)

Stanisław Rakusa-Suszczewski

Zakład Biologii Antarktyki PAN, Warszawa

W wyniku ocieplenia klimatu w rejonie Południowych Szetlandów (Martianov i Rakusa-Suszczewski, 1990; Rakusa-Suszczewski i in., 1993b) intensywna deglacjacja powoduje, że spływające bezpośrednio do morza lodowce cofają się. Proces ten zachodził również w przeszłości, wskazuje na to morfometria Zatoki Admiralicji (Marsz, 1983; Battke 1990; Rakusa-Suszczewski i in., 1993a).

Zatoka Admiralicji jest największą na Południowych Szetlandach, jej powierzchnia wynosi 122.08 km² z czego część centralna zajmuje 52.3%, Ezcurra Inlet 16.2%, a MacKellar i Martel Inlet 31.5%. Średnia głębokość całej Zatoki Admiralicji wynosi 198.6 m. Część centralna jest najgłębsza - 279.7 m, płytsze są: Ezcurra Inlet - 98.9 m oraz MacKellar i Martel Inlet - 115.2 m. Zarówno w centralnej części Zatoki Admiralicji jak również przed czołami lodowców spływających do zatok pobocznych widoczne są na mapie batymetrycznej subakwalne wały moren czołowych (Battke, 1990).

Zatoki poboczne Ezcurra, MacKellar i Martel stanowią fiordy, których dna są zawieszane nad dnem centralnej części Zatoki Admiralicji, szeroko otwartej na Cieśninę Bransfielda.

Warunki hydrologiczne i hydrochemiczne kształtują się indywidualnie w każdej z zatok pobocznych i w centralnej części Zatoki Admiralicji. Najniższa temperatura i zasolenie występuje w głębi fiordu Ezcurra (tab.1) i w MacKellar Inlet (Szafranski i Lipski, 1982). Jest to wynikiem znacznej długości linii brzegowej tworzonej przez brzegi lodowe, które oddziałują termicznie i chemicznie na wody tych zatok poprzez ich bezpośredni kontakt z lodem tworzącym klify lodowe, jak i obrywającym się z nich i topniejącym w wodzie morskiej. Dodatkowo, tam gdzie występują brzegi lodowe, do wód zatok trafiają znaczne ilości wód roztopowych z lodowców doprowadzane przez systemy tuneli subglacjalnych, których wloty do wód zatok znajdują się na ogół poniżej poziomu morza. Wody te wnoszą znaczne ilości zawiesiny mineralnej. W obu tych fiordach najmniej jest chlorofilu a (Sarukharyan i Tokarczyk, 1988; Tokarczyk, 1986),

Tabela 1. Porównanie temperatury, zasolenia, zawartości krzemionki i chlorofilu a w wodach powierzchniowych Zatoki Admiralicji na stacjach: 18 - Goulden Cove, 8 - wejście do Ezcurra Inlet, 20 - wyjście Admiralty Bay do Cieśniny Bransfielda (Lipski - materiały niepublikowane).

data	punkt	T [°C]	S [‰]	Si [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$]	Chlor.a [mg/m^3]
25.01.1979	18	1.36	33.74	84.4	0.27
	8	1.62	33.84	83.0	0.36
	20	1.60	33.90	77.4	0.86
15.02.1979	18	1.06	33.92	88.7	0.82
	8	1.38	33.96	86.0	1.59
	20	1.65	34.01	80.4	2.05
12.05.1979	18	-0.84	33.95	84.1	0.21
	8	-0.67	33.92	82.9	0.21
	20	-0.98	33.96	81.8	0.23
12.09.1979	18	-1.70	34.05	87.5	0.17
	8	-1.67	34.13	85.2	0.15
	20	-1.64	34.13	86.5	0.13
23.11.1979	18	-0.62	34.05	87.5	0.30
	8	-0.59	34.10	86.5	0.35
	20	-0.57	34.09	84.0	0.48

a najwięcej krzemionki (tab. 1), co jest prawdopodobnie skutkiem upwellingu (Rakusa-Suszczewski, 1980). Różnice w temperaturze, zasoleniu, zawartości krzemionki i chlorofilu a, jakie zaznaczają się na obszarze całej Zatoki Admiralicji są niewielkie, lecz utrzymują się konsekwentnie w ciągu całego roku (tab. 1), mimo bardzo silnego mieszania się wód spowodowanego intensywnym działaniem prądów pływowych, prądów wiatrowych i falowania.

Zimą, zachodnia część Ezcurra Inlet, Goulden i Cardozo Cove oraz Monsimet i Herve Cove są zwykle zamrożone i lód utrzymuje się tam najdłużej.

W Zatoce Admiralicji największe lokalne różnice występują w ilości materii mineralnej. Spływa ona wraz ze słodką wodą i wytapiającym się z lodowców błotem morenowym (Piechura - inf. ustna). Część materiału mineralnego jest zwiewana z lądu przez procesy eoliczne (Krajewski, 1986). Wynoszenie z lądu do zatoki materii mineralnej przez procesy eoliczne, jak sygnalizują nasze wstępne obserwacje (Piechura - inf. ustna) wydaje się przewyższać ilości materii transportowanej przez wody fluwio-glacialne. Materia mineralna determinuje przezroczystość wód, która jest znacznie

mniej przy czołach lodowców i w głębi Zatoki Admiralicji, niż przy jej wyjściu do Cieśniny Bransfielda (Gurgul i in., 1992). W fiordzie Ezcurra wielkość cząstek mineralnych zawieszonych w wodzie ma wymiary 2-3 μm , a największe osiągają średnicę 8 μm .

Na przekroju od Goulden Cove do centralnej części Zatoki Admiralicji zawartość zawieszonych materii mineralnej według badań Pęcherzewskiego (1980) zmieniała się latem od ponad 100 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ do 10 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

W fiordach i centralnej, głębokowodnej części basenu Zatoki Admiralicji dno jest żwirowe, piaszczyste, muliste i ilaste. Granulometryczny skład osadów dennych, analizowany w fiordzie Ezcurra przez Błaszyka (inf. ustna) wykazał, że żwiry stanowią od 16 do 25%, piaski od 47 do 63% zaś pyły i ropy od 16 do 29% suchej masy osadów. Znaczne ilości cząstek mineralnych Ligowski (inf. ustna) znajdował w żołądku kryla - planktonowego filtratora.

Charakter dna w Zatoce Admiralicji warunkuje skład gatunkowy flory i fauny bentosowej (Zieliński, 1990; Siciński, 1993; Jażdżewski i in., 1986).

Charakterystyczną cechą morfologii linii brzegowej wysp archipelagu Szetlandów Południowych są laguny. Spotykamy je głównie w dużych zatokach i cieśninach. Przykładem takich lagun jest Johnson's Dock (62°40'S, 060°22'W) w South Bay (Madejski, 1988; Lopez-Martinez i in., 1992a i b), Yankee Harbour (62°32'S, 059°47'W) w McFarlane Strait, Monsimet Cove i Herve Cove w Ezcurra Inlet a także świeżo powstające laguny: przed czołem Lodowca Ekologii - Suszczewski Cove i przed Lodowcem Baranowskiego na zachodnim brzegu Admiralty Bay (Battke, 1990). Zdaniem Marsza (inf. ustna), linię brzegową Zatoki Admiralicji tworzy parę typów lodowców. W rejonie Goulden Cove jest to lodowiec wyprowadzający, w Cardozo, Monsimet i Herve Cove są to lodospady. Lodowiec Ekologii jest lodowcem quasidolinym, podobnie jak Lodowiec Baranowskiego. Lodowce Vieville i Domeyko stanowią brzeżne partie kopuł lodowych.

Przed czołem lodowców quasidoliny jakim jest Lodowiec Ekologii tworzy się płytka laguna o głębokości 3-4 m. Od Zatoki Admiralicji laguny są oddzielone poprzerywanym wałem brzegowym założonym na podwodnej morenie czołowej. Wały te tworzą zaczątki form mierzejowych osiągających długości nawet kilkuset metrów, jak na przykład w Yankee Harbour czy Monsimet Cove.

Przed czołami lodospadów, co widać na przykładzie Herve Cove czy Johnson's Dock, laguna jest głęboka, do 20 m, a na jej dnie widoczne są łuki podwodnych moren (Lopez-Martinez i in., 1992a i b).

Wody fluwioglacjalne z lodowców tworzących odlądowe zamknięcie laguny wnoszą materiał mineralny zasypujący częściowo lagunę. W wodach lagun dużo jest zawiesiny mineralnej. Jej ilość, jak wykazały obserwacje w Herve Cove, dochodzi do 268 mg/l, a jej sedimentacja na dno osiąga 2.1 g/m^2 na dzień (Piechura - inf. ustna). Mierzeje i wały brzegowe oddzielające laguny od zatok są nieciągłe co umożliwia odpływ wód słodkich ze zlewni lodowca oraz napływ wód słonych do laguny. Tą drogą dostaje się do laguny znaczna ilość materii organicznej, głównie makroglonów, ze strefy sublitoralu Zatoki Admiralicji wynoszonych na jej brzegi (Zieliński, 1990) i przezrzuconych przez mierzeje do laguny. W fiordzie MacKellar, przed czołem lodowca, parokrotnie obserwowano znaczne ilości martwego, rozkładającego się kryla (sądząc po zapachu), zalegającego dno. Przyczyny tego zjawiska nie wyjaśniono jednoznacznie, przypuszcza się że kontakt ze słodką wodą lub zatkanie materia mineralną były powodem masowej śmiertelności *Euphasia superba*. Zaleganie materii organicznej na dnie lagun może prowadzić do jej dekompozycji (Jażdżewski - inf. ustna) i deficytu tlenowego przy dnie. Deficyt ten może być długotrwały gdyż stratyfikacja zasolenia i temperatury w lagunach jest wyraźna i trwalsza (obserwowano to w Johnson's Dock - Castellvi, 1993) niż w wodach zatok lub cieśnin podlegających silnemu mieszaniu przez zjawiska pływowe i wiatry.

Cofaniu się czoła lodowca w lagunach towarzyszy odsłanianie niezasiedlonego dna. Porównanie występujących w lagunach zespołów z sąsiadującymi starszymi, ukształtowanymi już zespołami flory (Zieliński, 1990) i fauny (Jażdżewski i in., 1986), w Zatoce Admiralicji i jej zatokach pobocznych, pozwala na rozpoznanie procesu zasiedlania i sukcesji w tych nowokształtujących się środowiskach na styku lądu i morza. Procesy zasiedlania w lagunach są jak gdyby rekapitulacją w czasie procesu zachodzącego na Południowych Szetlandach, w zatokach uwalnianych spod pokrywy lodowców w przeszłości.

Określenie szybkości procesu zasiedlania nowoodśloniętych powierzchni pod wodą może pozwolić na interesujące porównanie z szybkością i czynnikami warunkującymi zasiedlanie odsłaniających się spod lodu terenów lądowych.

Literatura cytowana:

- Battke Z., 1990. Admiralty Bay, King George Island. (1:50 000). Ed. Institute of Geodesy and Cartography. Printed by E. Romer State Cartographical Publishing House, Warsaw.
- Castellvi P.J., 1993. Informe sobre las Activates Cientificas de Espana en la Antartic durance la camp ana 1992-93. Plan National de I+D. Coition Interministerial de Ciencia y Technologica, ss.1182.
- Gurgul H., Stockmal W., Szymczak W., Rakusa-Suszczewski S., 1992. Spatial and seasonal changes of transparency in waters of the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland, The Antarctic). Pol. Arch. Hydrobiol., v.39, z.1, s.1-13.
- Jażdżewski K., Juras W., Kittel W., Pressler E., Pressler P., Siciński J., 1986. Abundance and Biomass Estimates of the Bench Fauna in Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands. Polar Biol. No.6, s.5-16.
- Krajewski K., 1986. On eolian processes near H. Arctowski Station, King George Island, South Shetland. Biul. Peryglacjalny, No.31, s.171-181.
- Lopez-Martinez J., Vilaplana J.M., Martinez de Pison E., Calvet J., Arche A., Serrat D. Pallas R., 1992a. Geomorphology of select areas in Livingston Island, South Shetland Islands. [w:] Geologia de la Antartida Occidental. III Congreso Geologico de Espana y VIII Congreso Latinoamericano de Geologia, Salamanca, Espana. Simposios T 3, s. 271-281.
- Lopez-Martinez J., Martinez de Pison E., Arche A., 1992b. Geomorphology of Hurd Peninsula, Livingston Island, South Shetland Islands. [w:] Recent Progress in Antarctic Earth Science. Terra Scientific Publishing Company (TERRAPUB), Tokyo, s.751-756.
- Madejski P., 1988. Johnsons Dock Area, South Bay, Livingston Island, Antarctica (1:5000). District Enterprise of Geodesy and Cartography in Szczecin.
- Martianov V., Rakusa-Suszczewski S., 1990. Ten years of climate observations at the Arctowski and Bellingshausen Stations (King George Island, South Shetland, Antarctic). [w:] Global change regional research centres. Seminar papers and IGBP WG 2 report. Inst. Geogr. Spatial Org. PAS, s.80-87.
- Marsz A. A., 1983. From surveys of the geomorphology of the shores and bottom of the Ezcurra Inlet. Oceanologia, No. 15, s.209-220.
- Pęcherzewski K., 1980. Distribution and quantity of suspended matter in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands). Pol. Polar Res., vol.1. No.1, s.75-83.
- Rakusa-Suszczewski S., 1980. Environmental conditions and functioning of Admiralty Bay (South Shetland Islands) as part of the near shore Antarctic ecosystem. Pol. Polar Res., vol.1, No.1, s.11-27.

- Rakusa-Suszczewski S., 1993a. Morphometry of the Admiralty Bay shores and Basin. [w:] The Maritime Antarctic Coastal Ecosystem of Admiralty Bay. Department of Antarctic Biology Polish Academy of Sciences. Warsaw, s.27-30.
- Rakusa-Suszczewski S., Miętus M., Piasecki J., 1993b. Weather and Climate. [w:] The Maritime Antarctic Coastal Ecosystem of Admiralty Bay. Department of Antarctic Biology Polish Academy of Sciences. Warsaw, s. 19-25.
- Sarukharyan E.I., Tokarczyk R., 1988. Coarse scale hydrological condition in Admiralty Bay in summer 1982 (King George Island, West Antarctica). Pol. Polar Res., vol.9, No.1, s.121-132.
- Siciński J., 1993. Polychaeta. [w:] The Maritime Antarctic Coastal Ecosystem of Admiralty Bay. Department of Antarctic Biology Polish Academy of Sciences. Warsaw, s.101-107.
- Szafrański Z., Lipski M., 1982. Characteristics of water temperature and salinity at Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctic) during austral summer 1978/79. Pol Polar Res., vol.3, No.1-2, s.7-24.
- Tokarczyk R., 1986. Annual cycle of chlorophyll a in Admiralty Bay 1981-1982 (King George, South shetland). Pol. Arch. Hydrobiol. vol.33, No. 2, s.177-188.