

Wpływ zmian globalnych klimatu
na geo-ekosystem Morskiej Antarktyki
(model koncepcyjny)

S. Rakusa-Suszczewski

Zakład Ekologii Polarnej, Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny,
05-092 Łomianki

Funkcjonowanie geo-ekosystemu Morskiej Antarktyki uzależnione jest od klimatu, położenia geograficznego oraz bezpośrednich i wstecznych reakcji oddziaływania czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych w różnej skali czasowej.

Działalność człowieka w Antarktyce stanowi ingerencję w naturalne procesy funkcjonowania geo-ekosystemu, który uległ i ulega zmianom nie tylko lokalnym lecz i globalnym.

Przedstawiony koncepcyjny model (Rys. 1) oddziaływania tych czynników w geo-ekosystemie Morskiej Antarktyki ilustruje zależności i prawdopodobne kierunki zmian.

Zagadnienia te są przedmiotem badań międzynarodowych programów WOCE (World Ocean Circulation Experiment), Global Change, BIOMASS (Biological Investigations of Marine Antarctic Systems and Stocks), BIOTAS (Biological Investigations of Terrestrial Antarctic Systems), EASIZ (Ecology of Antarctic Sea Ice Zone). Polskie badania w rejonie Płd. Szetlandów i w Zatoce Admiralicji stanowią integralną część tych programów bądź będą realizowane w przyszłości w ich ramach.

1. Wzrost ilości CO_2 w atmosferze Ziemi od 280 ppm w 19 wieku do 340 ppm obecnie (Fifield 1987) spowodował wzrost temperatury powietrza również w Morskiej Antarktyce (Smith 1990). W rejonie Zatoki Admiralicji (Płd. Szetlandy) w ostatniej dekadzie średnia roczna temperatury była wyższa od 0.2 do 0.6°C w stosunku do ubiegłych dekad (cf. Martianov and Rakusa-Suszczewski 1990).

Wzrost ilości produkowanego chloro-fluoro-węgla (freonu) przez człowieka wywołuje zniszczenie warstwy ozonu, którego ilość

spadła o połowę w stosunku do ubiegłej dekady. W konsekwencji spowodowało to wzrost promieniowania ultrafioletowego w Antarktyce (Molina 1988), który jak stwierdzono ma negatywny wpływ na produkcję pierwotną i skład barwników fotosyntetycznych fitoplanktonu w wodach antarktycznych (Holm-Hansen et al. 1989).

2. Wzrost temperatury powietrza powoduje początkowo wzrost opadów w centralnej części kopuł lodowych Morskiej Antarktyki i deglacjację w strefie przybrzeżnej (Marsz and Rakusa-Suszczewski 1987, Smith 1990). Towarzyszy temu topnienie lodu, cofanie się barier lodowych, zmiany ilości i wielkości gór lodowych spływających do oceanu. Kopuły lodowe są stabilizatorem zmian ocean - atmosfera.*

3. Wzrostowi temperatury powietrza towarzyszy wzrost temperatury wody, co powoduje zmniejszenie się rozpuszczalności CO_2 i może mieć wpływ na produkcję pierwotną w oceanie oraz ilość O_2 uwalnianego z oceanu do atmosfery. Ogrzanie zmienia stratyfikację warstwy powierzchniowej, stabilność kolumny wody, głębokość warstwy mieszania. Wpływa więc na produkcję fitoplanktonu (Lipski and Rakusa-Suszczewski 1990). Pod wpływem ogrzania wzrasta również poziom oceanu, ponieważ zwiększa się objętość wody.

4. Wyższe temperatury powietrza i wody powodują zmniejszenie pokrywy lodowej na morzu. Podczas lata obecność pokrywy lodowej redukuje ciepło absorbowane przez morze, zimą obniża straty ciepła z oceanu. Zmniejszenie pokrywy lodowej zwiększa natlenienie wód powierzchniowych w wyniku intensywniejszych procesów mieszania (Rakusa-Suszczewski 1972, Lipski 1987). W konsekwencji zachodzą zmiany pomiędzy atmosferą i oceanem.

5. Zmianom temperatury powietrza i wody prawdopodobnie towarzyszą zmiany cyrkulacji atmosferycznej, co wywołuje między innymi baryczne zmiany poziomu morza, a w konsekwencji położenie geograficzne frontów atmosferycznych i hydrologicznych w oceanie.

6. Wzrostowi temperatury powietrza i wody towarzyszy deglacjacja na lądzie i wzrost spływu wód słodkich i transportowanej przez nią materii mineralnej do morza. W strefie

przybrzeżnej pogarsza to warunki optyczne wód (Stochmal et al. in press), wpływa więc na produkcję pierwotną i zwiększa sedymentację osadów. Topnienie lodu w dłuższym okresie prowadzi do wzrostu poziomu morza. Na lądzie powstają obszary wolne od lodu podlegające procesom zasiedlania i sukcesji w sposób naturalny i sztuczny jako efekt działalności człowieka.

7. Zmniejszenie pokrywy lodowej zmniejsza produkcję biologiczną zespołu lodowego obejmującego zarówno florę lodową jak i faunę podlodową, głównie kryla. Zmiany dryfu packu lodowego pod wpływem wiatru są przyczyną szybkich zmian rozmieszczenia biomasy organizmów wodnych oraz ptactwa i fok. Zmniejszenie pokrywy lodowej na morzu powoduje zmniejszenie wymrażania soli z lodu morskiego, który to proces jest przyczyną produkcji zimnej gęstej wody transportującej w głąb oceanu gazy, głównie O_2 (Gordon 1988).

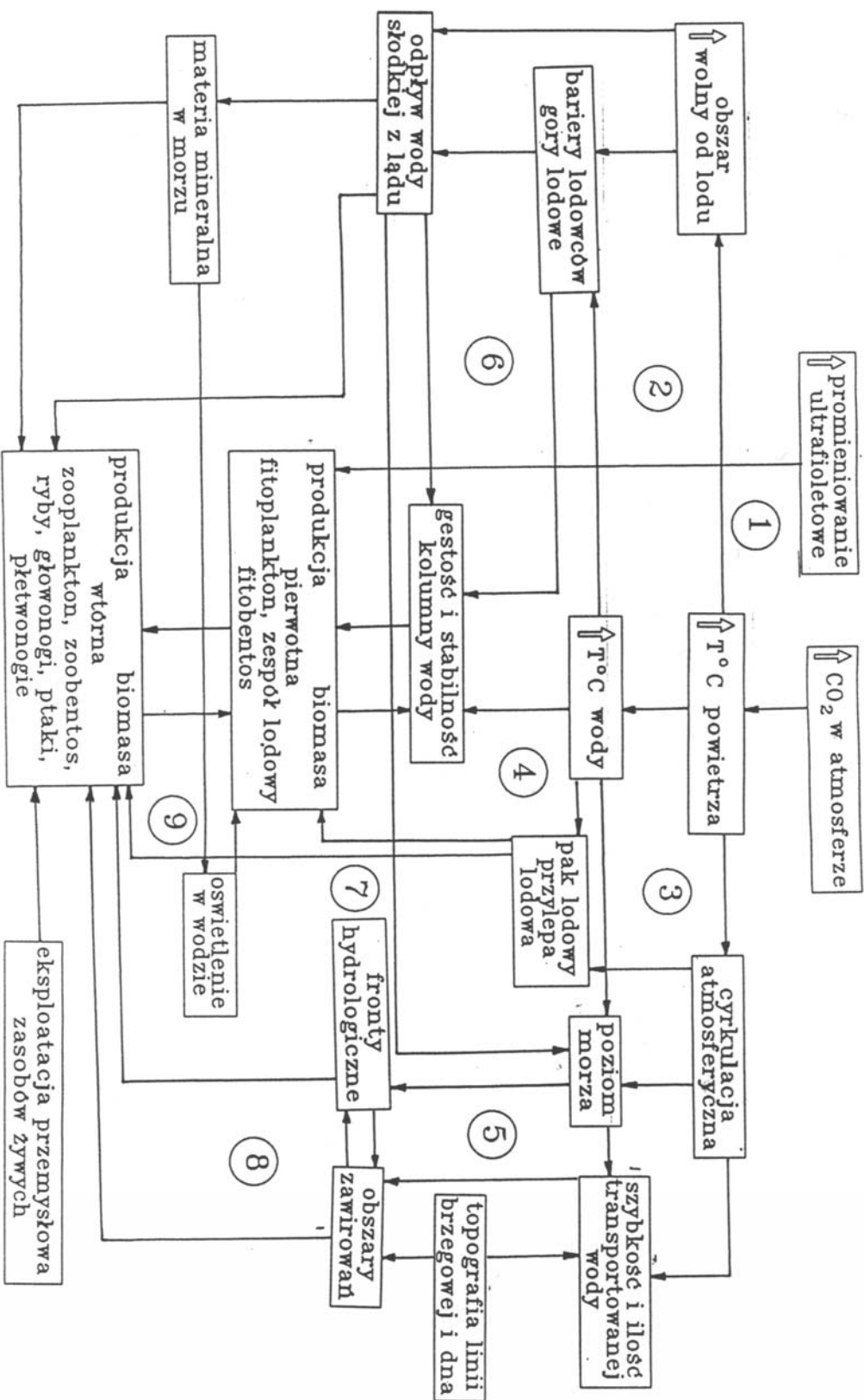
8. Zmiany cyrkulacji atmosferycznej powodują zmiany szybkości transportu mas wodnych, wielkości obszaru zawirowań w sąsiedztwie lądów i wzniesień dna. Decyduje to o przemieszczaniu się i koncentracji organizmów planktonowych, a w konsekwencji o produkcji wtórnej na wyższych poziomach troficznych. Fronty hydrologiczne są granicą rozmieszczenia wielu gatunków i zmiany ich położenia mogą prowadzić do koncentracji lub dekoncentracji rozmieszczenia biomasy w oceanie.

9. Prowadzona przez człowieka eksploatacja zasobów żywych na coraz niższym poziomie troficznym w Antarktyce, poczynając od wielorybów, uchatk i fok w 19 wieku do ryb, głowonogów i kryla - obecnie powoduje zmiany ich biomasy i produkcji, a w konsekwencji zmiany w troficznych zależnościach i funkcjonowaniu ekosystemu Antarktyki.

Literatura

- Fifield R. 1987. International Research in the Antarctic, Cold Climates and frozen atmospheres. Publ.SCAR and ICSU. Oxford Univ.Press, p.82-91.
- Gordon A.L. 1988. The Southern Ocean and Global Climate. Oceanus 31, 2: 39-46.

Rys. 1 Przewidywane zmiany w geo-ekosystemie Antarktyki pod wpływem globalnych zmian klimatu i działalności człowieka



- Holm-Hansen O., Mitchell B.G., Vernet M. 1989. Ultraviolet radiation in antarctic waters: effect on rates of primary production. *Antarctic Journal of the US.* 24, 5: 177-178.
- Lipski M. 1987. Variations of physical conditions, nutrients and chlorophyll a contents in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, 1979). *Pol.Polar Res.* 8: 307-332.
- Lipski M., Rakusa-Suszczewski S. 1990. Early summer pattern of vertical distribution of chlorophyll a (Bransfield Strait, Antarctica, November 1986). *Pol.Arch.Hydrobiol.* 37, 3: 287-293.
- Marsz A., Rakusa-Suszczewski S. 1987. Charakterystyka ekologiczna rejonu Zatoki Admiralicji (King George Island, South Shetland Islands). *Kosmos*, 36, 1: 103-127.
- Martianov V., Rakusa-Suszczewski S. 1990. Ten years of climate observations at the Arctowski and Bellingshausen stations (King George Is., South Shetlands, Antarctica). Seminar Papers and IGBP WG2 Report "Global Change Regional Research Centres: Scientific Problems and Concept Developments", September 25-29, 1989. Warszawa, p.80-87.
- Molina M.J. 1988. The Antarctic Ozone Hole. *Oceanus* 31, 2: 47-52.
- Rakusa-Suszczewski S. 1972. Winter hydrological observations in Alasheev Bight, Eastern Antarctic. *Pol.Arch.Hydrobiol.* 19, 1: 1-9.
- Smith L.R.I. 1990. Signy Island as a Paradigm of Biological and Environmental Change in Antarctic Terrestrial Ecosystems. In: *Antarctic Ecosystems. Ecological Change and Conservations.* Ed. by K.R.Kerry and G.Hempel. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, p.32-50.
- Stochmal W., Gurgul H., Szymczak W., Rakusa-Suszczewski S. (in press). Zmiany przestrzenne i sezonowe przeźroczystości wód Zatoki Admiralicji (Wyspa King George, Południowe Szetlandy, Antarktyka). *Pol.Archiw.Hydrobiologii.*