

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		通年微気象観測と生理学的実験手法による極域光合成生物の生態の解明			
研究テーマ (欧文) AZ		Elucidation of polar photosynthetic organisms' ecology by year-round micrometeorological observation and physiological experiments			
研究氏 代表者	カナ CC	姓)コスギ	名)マキコ	研究期間 B	2015 ~ 2017 年
	漢字 CB	小杉	真貴子	報告年度 YR	2017 年
	ローマ字 CZ	Kosugi	Makiko	研究機関名	中央大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		中央大学 理工学部・助教			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>南極の陸上環境は極度の低温と乾燥に晒された極限環境であり、藻類、蘚苔類、地衣類といった光合成生物の中の限られた種と、それを捕食する微生物という単純な生態系で成り立っている。本研究は、継続した野外観測が困難な南極の陸上生態系に環境変動が与える影響を予測するため、南極での通年微気象観測と生理学的実験手法を用いて光合成生物の生理生態を明らかにすることを目指している。特に光合成生物の生態に大きな影響を与える光障害に着目し、単波長光に対する光障害の反応係数と生育環境下の光スペクトルから生育環境下における光障害の速度係数を算出した。その結果、近い環境に生育しているにも関わらず地衣類、蘚類に比べ緑藻は光障害の速度係数が 5 倍以上高いことが示唆された。疑似太陽光を用いてナンキョクカワノリ (<i>Prasiola crispa</i>) の光障害速度係数 (K_{pi}) の実測値と推定値は非常によく一致していることが確かめられた。また、疑似太陽光の異なる光強度で回復速度係数 (K_{rec}) を測定した結果、弱光から 500 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 程度の光量までは光合成電子伝達速度と光障害の回復速度が増加し光化学系 II の活性を最大の 80% 程度に維持できるが、更に光量が強くなると回復速度は最大値で一定となるのに対し障害速度だけが大きくなるため活性は低下した。このことから、<i>P. crispa</i> において 500 $\mu\text{E}/\text{m}^2/\text{s}$ 以上の強光下で光合成の効率が大きく下がることが示唆された。微気象観測の光量データから、<i>P. crispa</i> は夏の時期に直射日光が当たる 6 時間程度は光合成効率が悪く、短波長光が軽減され光量が落ちる時間帯 (白夜時期の 20 時から 24 時) に最も高い光合成効率が達成されると予測された。今後更に条件を増やして K_{rec} の測定を行うことで、生育地における光合成環境の変動と光合成効率と回復コストの関係を明らかにしていく。</p> <p>上記の生理学解析を行う過程で基礎生物学研究所の大型スペクトログラフにより <i>P. crispa</i> の光合成の光波長依存性を測定した結果、一般的な緑藻に比べて 700 nm 以上の近赤外線吸収帯が顕著であることから、長波長シフトしたクロロフィル (RS-Ch 1 s) の存在量が多く、RS-Ch 1 s に吸収された光エネルギーが光化学系 II (系 II) を高い効率で励起していることが明らかとなった。系 II 反応中心の励起には 680 nm ほどの光エネルギーが必要であるため、低いエネルギーの近赤外線は通常系 I のみを励起するが、本種において近赤外線吸収光子に対する系 I と系 II の励起比率は 630 nm にピークを持つ可視光光源と同等であった。RS-Ch 1 s が結合している光化学系のタンパク質を同定するため、遠心分画法やカラム分離法を用いてナンキョクカワノリから標的タンパク質を単離精製することに成功した。標的タンパク質のアミノ酸配列を決定するためペプチダーゼで処理したペプチドのアミノ酸シーケンスを行いアミノ酸配列の相同性検索を行った結果、光化学系アンテナタンパク質の一種であることが明らかになった。しかし、同一と思われるほど相動性が高いタンパク質は存在しなかった。このことから、このタンパク質が新規のアンテナタンパク質である可能性が示唆された。</p>					
キーワード FA	南極	光合成	光障害	生理生態	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

All photosynthetic organisms are faced with photoinhibition, which would lead to death in severe environments. We evaluated the wavelength dependency of photo-damage to photosystem II (PS II) of *Prasiola crispa* (green alga), *Umbilicaria decussata* (lichen) and *Ceratodon purpureus* (bryophyte) harvested from East Antarctica. For evaluation, we calculated reaction coefficients, E_{piS} , of PS II photo-inactivation against energy dose using a large spectrograph. Daily fluctuation of rate coefficient of photo-inactivation, k_{piS} , was estimated from E_{piS} and ambient light spectra measured during the summer season. Wavelength dependency of PS II photo-inactivation was different for the three species, although they form colonies in close proximity to each other in Antarctica. The risk of photoinhibition fluctuated considerably throughout the day. The deduced rate coefficients of photo-inhibition under ambient sunlight suggested that *P. crispa* needs to pay a greater cost to recover from photo-damage than the lichen or the bryophyte in order to keep sufficient photosynthetic activity under the Antarctic habitat. We calculated recovery rate constants (k_{recS}) and estimated recovery cost under the habitat. *P. crispa* will show about 88 % of full activity at $500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ of sun-light irradiation by paying cost for restoration of damaged PS II. Under higher intensities such as direct sun light condition during summer, however photosynthetic efficiency will decline because of the low k_{rec} value.

In the process of the above physiological study, we observed notable red-shifted chlorophylls (RS-Chls) in *P. crispa*, and confirmed far-red light energy absorbed by RS-Chls was used for excitation of not only PS I but also PS II by overcoming a large energy gap. We identified the amino acid sequence and clarified it was one of the photosynthetic antenna (LHC). It was expected that the RS-Chls binding protein have critical role for adaptation under the severe environment.