

海洋生物への CO₂ 影響に係る文献等の整理結果図表集

(2022 年度)

1. 図 1 生息域別文献数の推移
2. 図 2 生物分類群別文献数の推移
3. 表 1 海洋生物への CO₂ 影響に係る文献(2021 年)整理結果
4. 表 2 実海域における海洋酸性化の影響に係る文献整理結果
(2008 年～2021 年)
5. 表 3 生息域別文献数
6. 表 4 生物分類群別文献数

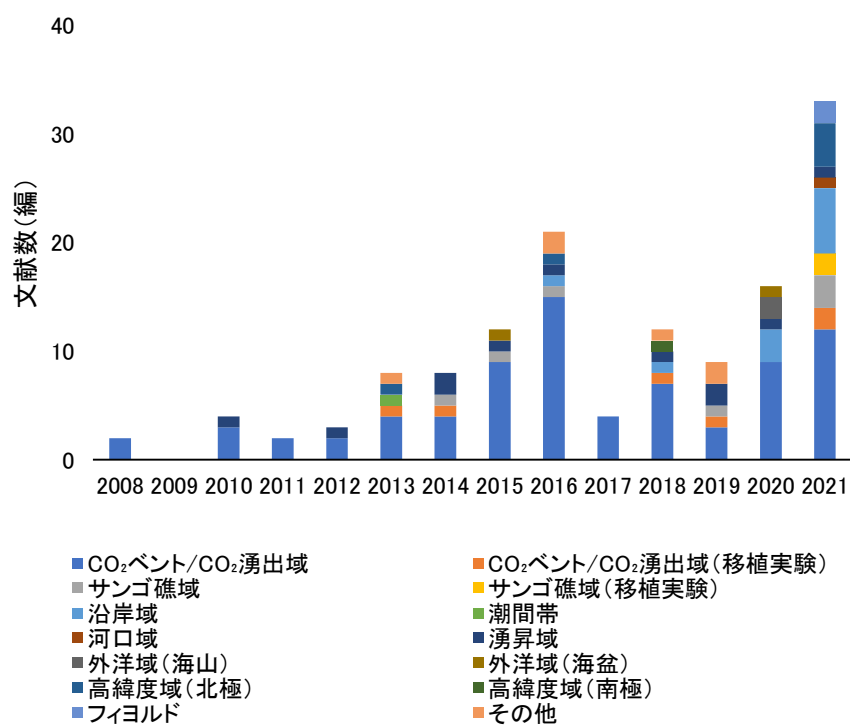


図1 生息域別文献数の推移

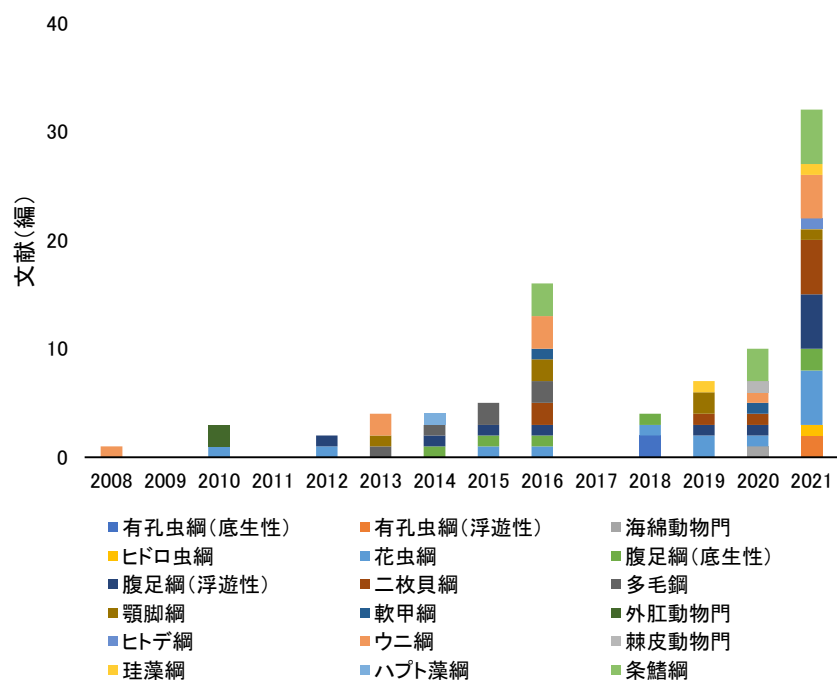


図2 生物分類群別文献数の推移

※生物分類群に分類できない文献は除く。

表1 海洋生物へのCO₂影響に係る文献（2021年）整理結果

高次の分類	供試生物	試験期間	エンドポイント	生活史段階	pCO ₂ [μatm]		ΔpCO ₂ [μatm]	温度		pH		実験区		影響	出典
					実験区	対象区		実験区	対象区	実験区	対象区	実験区	対象区		
腹足綱	Limacina retroversa (ミジンウキマイマイ)	3日間	殻厚さ	成体	304.4	419.2	-115	2.29	2.29	8.19	8.06	33.67	33.73	なし	Mekkes, L., Sepúlveda-Rodríguez, G., Bielkinité, G., Wall-Palmer, D., Brummer, G. J. A., Dämmmer, L. K., Huisman, J., van Loon, E., Renema, W., & Peijnenburg, K. T. C. A. (2021). Effects of Ocean Acidification on Calcification of the Sub-
			殻容量		603	419.2	184	2.29	2.29	7.93	8.06	33.7	33.73	なし	
					304.4	419.2	-115	2.29	2.29	8.19	8.06	33.67	33.73	なし	
					603	419.2	184	2.29	2.29	7.93	8.06	33.7	33.73	なし	
			殻密度		304.4	419.2	-115	2.29	2.29	8.19	8.06	33.67	33.73	なし	
					603	419.2	184	2.29	2.29	7.93	8.06	33.7	33.73	減少(p<0.01)	
魚類(条鰭綱)	Belone belone (ガーフィッシュ)	19日間	累積生存率	胚 (embryos until hatch)	1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	なし	Alter, K., & Peck, M. A. (2021). Ocean acidification but not elevated spring warming threatens a European seas predator. Science of the Total Environment, 782.
			胚発生期		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	なし	
			受精率		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	なし	
			最大孵化までの発達時間		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	なし	
			卵径		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	なし	
			稚魚体表面積		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	なし	
			孵化率		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	低下(p<0.05)	
			孵化期間		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	なし	
			奇形稚魚		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	増加(p<0.05)	
			耳石サイズ(扁平石/幼魚長)		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	増加(p<0.05)	
			臨界熱限界(最大)		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	なし	
			臨界熱限界(最小)		1218	432	786	17.1	17.1	7.77	8.21	18	18	なし	
			最終重量	稚魚 (Juvenile)	749.12	321.37	428	27.51	27.53	7.8	8.1	27.1	27.13	低下(p<0.05)	
			生存率		749.12	321.37	428	27.51	27.53	7.8	8.1	27.1	27.13	なし	
魚類(条鰭綱)	Acanthopagrus schlegelii (クロダイ)	8週間	体重増加		749.12	321.37	428	27.51	27.53	7.8	8.1	27.1	27.13	低下(p<0.05)	Tegomo, F. A., Zhong, Z., Njomoue, A. P., Okon, S. U., Ullah, S., Gray, N. A., Chen, K., Sun, Y., Xiao, J., Wang, L., Ye, Y., Huang, H., & Shao, Q. (2021). Experimental studies on the impact of the projected ocean acidification on fish survival, health, growth, and meat quality; black sea bream (Acanthopagrus schlegelii), physiological and histological studies. Animals, 11(11).
			比増殖率		749.12	321.37	428	27.51	27.53	7.8	8.1	27.1	27.13	低下(p<0.05)	
			飼料摂取量		749.12	321.37	428	27.51	27.53	7.8	8.1	27.1	27.13	増加(p<0.05)	
			飼料変換比		749.12	321.37	428	27.51	27.53	7.8	8.1	27.1	27.13	増加(p<0.05)	
			飼料効率		749.12	321.37	428	27.51	27.53	7.8	8.1	27.1	27.13	低下(p<0.05)	
			肝細胞比率		749.12	321.37	428	27.51	27.53	7.8	8.1	27.1	27.13	なし	
			最終重量		1993.71	321.37	1,672	27.47	27.53	7.4	8.1	27.17	27.13	低下(p<0.05)	
			生存率		1993.71	321.37	1,672	27.47	27.53	7.4	8.1	27.17	27.13	なし	
			体重増加		1993.71	321.37	1,672	27.47	27.53	7.4	8.1	27.17	27.13	低下(p<0.05)	
			比増殖率		1993.71	321.37	1,672	27.47	27.53	7.4	8.1	27.17	27.13	低下(p<0.05)	
			飼料摂取量		1993.71	321.37	1,672	27.47	27.53	7.4	8.1	27.17	27.13	増加(p<0.05)	
			飼料変換比		1993.71	321.37	1,672	27.47	27.53	7.4	8.1	27.17	27.13	なし	
			孵化後の生存	仔魚 (larva)	1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	増加(p=0.015)	
			体長		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
魚類(条鰭綱)	Gadus chalcogrammus (スケトウダラ)	2週間	体高		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	Hurst, T. P., Copeman, L. A., Andrade, J. F., Stowell, M. A., Al-Samarrie, C. E., Sanders, J. L., & Kent, M. L. (2021). Expanding evaluation of ocean acidification responses in a marine gadid: elevated CO2 impacts development, but not size of larval walleye pollock. Marine Biology, 168(8).
			眼径		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
			乾重量		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	増加(p=0.046)	
					1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
		4週間	体長		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
			体高		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
			眼径		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
			乾重量		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
		2週間	摂餌後の活動レベル		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
		4週間			1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
		2週間	摂餌行動		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
		4週間			1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
		2週間	遊泳行動(前方遊泳と回転の比率)		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
		4週間			1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	回転の増加(p=0.083)	
		2週間	稚魚あたりの全脂肪酸量		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
		4週間			1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	減少(p<0.05)	
		2週間	稚魚乾重量あたりの全脂肪酸量		1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	
		4週間			1228	424	804	6.3	6.3	7.57	8.01	31.5	31.5	なし	

※ 負の影響が認められたものは赤字、正の影響が認められたものは青文字で示す。

表1 海洋生物へのCO₂影響に係る文献（2021年）整理結果

軟甲綱	Homarus americanus (アメリカンロブスター)	17日間	繁殖生存率	幼生(Larvae)Ⅰ期	651.68	437.35	214	17.95	17.97	7.85	7.99	31.37	31.28	減少(p<0.001)	Noisette, F., Calosi, P., Madeira, D., Chemel, M., Menu-Courey, K., Piedalue, S., Gurney-Smith, H., Daoud, D., & Azetsu-Scott, K. (2021). Tolerant larvae and sensitive juveniles Integrating metabolomics and whole-organism responses to define life-stage specific sensitivity to ocean acidification in the American lobster. Metabolites, 11(9).
			ステージ間の生存	幼生(Larvae)Ⅱ期	778.03	437.35	341	17.97	17.97	7.78	7.99	31.42	31.28	減少(p<0.001)	
			発達時間	幼生(Larvae)Ⅲ期	897.62	437.35	460	17.95	17.97	7.72	7.99	31.4	31.28	増加(p<0.001)	
			全長		1155.76	437.35	718	17.88	17.97	7.62	7.99	31.42	31.28	増加(p<0.001)	
		17日間	生残率	幼生(Larvae)Ⅰ期	651.68	437.35	214	17.95	17.97	7.85	7.99	31.37	31.28	なし	
			幼生(Larvae)Ⅱ期	778.03	437.35	341	17.97	17.97	7.78	7.99	31.42	31.28	なし		
			幼生(Larvae)Ⅲ期	897.62	437.35	460	17.95	17.97	7.72	7.99	31.4	31.28	なし		
		34日間	生残率	稚工ビ(Juvenile)Ⅳ期	601.79	473.87	128	18.06	17.92	7.88	7.97	31.5	31.47	なし	
		17日間	発達時間	幼生(Larvae)Ⅰ期	651.68	437.35	214	17.95	17.97	7.85	7.99	31.37	31.28	なし	
			幼生(Larvae)Ⅱ期	778.03	437.35	341	17.97	17.97	7.78	7.99	31.42	31.28	なし		
			幼生(Larvae)Ⅲ期	897.62	437.35	460	17.95	17.97	7.72	7.99	31.4	31.28	なし		
		34日間	発達時間	稚工ビ(Juvenile)Ⅳ期	601.79	473.87	128	18.06	17.92	7.88	7.97	31.5	31.47	増加(p<0.001)	
		17日間	頭胸部長	稚工ビ(Juvenile)Ⅴ期	773.79	473.87	300	18.1	17.92	7.79	7.97	31.47	31.47	増加(p<0.001)	
			幼生(Larvae)Ⅰ期	651.68	437.35	214	17.95	17.97	7.85	7.99	31.37	31.28	なし		
			幼生(Larvae)Ⅱ期	778.03	437.35	341	17.97	17.97	7.78	7.99	31.42	31.28	なし		
		34日間	頭胸部長	幼生(Larvae)Ⅲ期	897.62	437.35	460	17.95	17.97	7.72	7.99	31.4	31.28	増加(p<0.001)	
			稚工ビ(Juvenile)Ⅳ期	601.79	473.87	128	18.06	17.92	7.88	7.97	31.5	31.47	なし		
			稚工ビ(Juvenile)Ⅴ期	773.79	473.87	300	18.1	17.92	7.79	7.97	31.47	31.47	なし		
		17日間	腹部長	幼生(Larvae)Ⅰ期	651.68	437.35	214	17.95	17.97	7.85	7.99	31.37	31.28	なし	
			幼生(Larvae)Ⅱ期	778.03	437.35	341	17.97	17.97	7.78	7.99	31.42	31.28	なし		
			幼生(Larvae)Ⅲ期	897.62	437.35	460	17.95	17.97	7.72	7.99	31.4	31.28	なし		
			34日間	腹部長	稚工ビ(Juvenile)Ⅳ期	601.79	473.87	128	18.06	17.92	7.88	7.97	31.5	31.47	
				稚工ビ(Juvenile)Ⅴ期	773.79	473.87	300	18.1	17.92	7.79	7.97	31.47	31.47	増加(p=0.004)	

軟甲綱	Panopeus herbstii (イソオウギガニ科)	71日間	純石灰化速度	成体	734	478	256	25.4	25.7	7.95	8.1	31.7	31.8	なし	Dodd, L. F., Grabowski, J. H., Piehler, M. F., Westfield, I., & Ries, J. B. (2021). Juvenile Eastern Oysters More Resilient to Extreme Ocean Acidification than Their Mud Crab Predators. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 22(2).		
					835	519	316	25.8	26.4	7.86	8.02	31.6	31.8				
					9,567	478	9,089	26.2	25.7	6.98	8.1	31.8	31.8	減少(純溶解)(p<0.05)			
					8,980	519	8,461	25.4	26.4	6.97	8.02	31.8	31.8				
					734	478	256	25.4	25.7	7.95	8.1	31.7	31.8	減少(ANOVA p<0.001)			
			殻内部の構造の変化	幼貝	835	519	316	25.8	26.4	7.86	8.02	31.6	31.8				
					9,567	478	9,089	26.2	25.7	6.98	8.1	31.8	31.8				
					8,980	519	8,461	25.4	26.4	6.97	8.02	31.8	31.8				
					734	478	256	25.4	25.7	7.95	8.1	31.7	31.8	減少(ANOVA p<0.001)			
					835	519	316	25.8	26.4	7.86	8.02	31.6	31.8				
二枚貝綱	Crassostrea virginica (アメリカカキ)	28日間	成長速度	幼貝 (larvae)	734	478	256	25.4	25.7	7.95	8.1	31.7	31.8	なし			
					835	519	316	25.8	26.4	7.86	8.02	31.6	31.8				
					9,567	478	9,089	26.2	25.7	6.98	8.1	31.8	31.8	減少(p<0.05)			
					8,980	519	8,461	25.4	26.4	6.97	8.02	31.8	31.8				
					734	478	256	25.4	25.7	7.95	8.1	31.7	31.8	減少(ANOVA p<0.001)			
			殻内部の構造の変化		幼貝	835	519	316	25.8	26.4	7.86	8.02	31.6	31.8			
						9,567	478	9,089	26.2	25.7	6.98	8.1	31.8	31.8			
						8,980	519	8,461	25.4	26.4	6.97	8.02	31.8	31.8			
						734	478	256	25.4	25.7	7.95	8.1	31.7	31.8		なし(二次電子像による観察)	
						835	519	316	25.8	26.4	7.86	8.02	31.6	31.8			
殻外部と殻エッジの構造の変化	幼貝	9,567	478	9,089	26.2	25.7	6.98	8.1	31.8	31.8	なし(二次電子像による観察)						
		8,980	519	8,461	25.4	26.4	6.97	8.02	31.8	31.8							
		734	478	256	25.4	25.7	7.95	8.1	31.7	31.8	なし(二次電子像による観察)						
		835	519	316	25.8	26.4	7.86	8.02	31.6	31.8							
		9,567	478	9,089	26.2	25.7	6.98	8.1	31.8	31.8	殻皮層の顕著な剥離(二次電子像)						
8,980	519	8,461	25.4	26.4	6.97	8.02	31.8	31.8									

二枚貝綱	Spisula solidissima (アメリカウバガイ)	28日間	成長速度	幼貝 (larvae)	820.8	343.9	477	18.9	18.8	7.629	7.972	25.73	25.72	増加(P=0.04)	Meseck, S. L., Mercaldo-Allen, R., Clark, P., Kuropat, C., Redman, D., Veilleux, D., & Milke, L. (2021). Effects of ocean acidification on larval atlantic surfclam (Spisula solidissima) from Long Island sound in Connecticut. Fishery Bulletin, 119(1), 66–76.
			1242.9		343.9	899	18.9	18.8	7.462	7.972	25.73	25.72	なし		
			820.8		343.9	477	18.9	18.8	7.629	7.972	25.73	25.72	増加(P=0.03)		
			1242.9		343.9	899	18.9	18.8	7.462	7.972	25.73	25.72	なし		
			820.8		343.9	477	18.9	18.8	7.629	7.972	25.73	25.72	増加(P<0.01)		
			1242.9		343.9	899	18.9	18.8	7.462	7.972	25.73	25.72	なし		
			820.8		343.9	477	18.9	18.8	7.629	7.972	25.73	25.72	なし		
			1242.9		343.9	899	18.9	18.8	7.462	7.972	25.73	25.72	なし		

二枚貝綱	Tridacna maxima (シラナミガイ)	65日間	酸素生産(共生総体)	成貝 (4-year-old)	1210	428	782	29.2	29.2	7.81	8.19	35	35	なし(ANOVA)	Brahmi, C., Chapron, L., le Moullac, G., Soyez, C., Beliaeff, B., Lazareth, C. E., Gaertner-Mazouni, N., & Vidal-Dupiol, J. (2021). Effects of elevated temperature and p CO2 on the respiration, biomineralization and photophysiology of the giant clam Tridacna maxima . Conservation Physiology, 9(1).
			1213		431	782	30.7	30.7	7.81	8.19	35	35			
			1210		428	782	29.2	29.2	7.81	8.19	35	35	なし(ANOVA)		
			1213		431	782	30.7	30.7	7.81	8.19	35	35			
			1210		428	782	29.2	29.2	7.81	8.19	35	35	減少(ANOVA p<0.05)		
			1213		431	782	30.7	30.7	7.81	8.19	35	35			
			1210		428	782	29.2	29.2	7.81	8.19	35	35	減少(ANOVA p<0.01)		
			1213		431	782	30.7	30.7	7.81	8.19	35	35			
二枚貝綱	Tridacna maxima (シラナミガイ)	65日間	共生生物密度(共生総体)	成貝 (4-year-old)	1210	428	782	29.2	29.2	7.81	8.19	35	35	減少(ANOVA p<0.01)	
			1213		431	782	30.7	30.7	7.81	8.19	35	35			
			1210		428	782	29.2	29.2	7.81	8.19	35	35	減少(ANOVA p<0.01)		
			1213		431	782	30.7	30.7	7.81	8.19	35	35			
二枚貝綱	Tridacna maxima (シラナミガイ)	65日間	殻の伸長速度	成貝 (4-year-old)	1210	428	782	29.2	29.2	7.81	8.19	35	35	減少(ANOVA p<0.01)	
			1213		431	782	30.7	30.7	7.81	8.19	35	35			

※ 負の影響が認められたものは赤字、正の影響が認められたものは青文字で示す。

表1 海洋生物へのCO₂影響に係る文献（2021年）整理結果

二枚貝綱	Saccostrea glomerata (シドニーロックオイスター)	9日間	幼生サイズ	幼貝 (larvae)	851.6	379	473	24	24	7.8	8.1	34.1	34.1	減少(ANOVA p<0.05)	Gibbs, M. C., Parker, L. M., Scanes, E., Byrne, M., O'Connor, W. A., & Ross, P. M. (2021). Energetic lipid responses of larval oysters to ocean acidification. Marine Pollution Bulletin, 168.
			846		371.8	474	28	28	7.8	8.1	34.1	34.1			
			851.6		379	473	24	24	7.8	8.1	34.1	34.1			
			846		371.8	474	28	28	7.8	8.1	34.1	34.1			
	Magallana gigas (マガキ)		発達異常		851.6	379	473	24	24	7.8	8.1	34.1	34.1	増加(ANOVA p<0.001)	
					846	371.8	474	28	28	7.8	8.1	34.1	34.1		
二枚貝綱	Panopea generosa (アメリカナミガイ)	110日間	呼吸速度	幼貝	2870	921	1,949	17.3	16.8	7.22	7.7	29.3	29.3	なし	Gurr, S. J., Trigg, S. A., Vadopalas, B., Roberts, S. B., & Putnam, H. M. (2021). Repeat exposure to hypercapnic seawater modifies growth and oxidative status in a tolerant burrowing clam. Journal of
		110日間	殻成長		2870	921	1,949	17.3	16.8	7.22	7.7	29.3	29.3		
		7日間	呼吸速度		2750	754	1,996	17.6	17.6	7.24	7.78	29.2	29.2		
					4940	754	4,186	17.6	17.6	7	7.78	29.2	29.2		
					2750	754	1,996	17.6	17.6	7.24	7.78	29.2	29.2		
					4940	754	4,186	17.6	17.6	7	7.78	29.2	29.2		
腹足綱	Scurria zebrina (シマウマアオガイ) Scurria viridula (モエギアオガイ)	15日間	酸素消費速度	成貝	1519	479	1,040	13.85	13.98	7.572	8.014	32.46	33.182	なし	Lardies, M. A., Caballero, P., Duarte, C., & Poupin, M. J. (2021). Geographical Variation in Phenotypic Plasticity of Intertidal Sister Limpet's Species Under Ocean Acidification Scenarios. Frontiers in Marine Science,
					1462	534	928	13.85	13.98	7.55	7.92	34.66	34.74		
			成長速度		1519	479	1,040	13.85	13.98	7.572	8.014	32.46	33.182		
					1462	534	928	13.85	13.98	7.55	7.92	34.66	34.74		
			殻溶解速度		1519	479	1,040	13.85	13.98	7.572	8.014	32.46	33.182		
					1462	534	928	13.85	13.98	7.55	7.92	34.66	34.74		
ウニ綱	Salmacis virgulata (ヒオドシウニ属)	14日間	殻の変形	成体	2228.35	89.45	2,139	28.5	28.54	7.63	8.26	30.69	30.28	急速に減少 (有意差不明) 急速に減少 (有意差不明) なし あり (有意差不明) あり (有意差不明) あり (有意差不明) あり (有意差不明) あり (有意差不明) あり (有意差不明) なし	Anand, M., Rangesh, K., Maruthupandy, M., Jayanthi, G., Rajeswari, B., & Priya, R. J. (2021). Effect of CO2 driven ocean acidification on calcification, physiology and ovarian cells of tropical sea urchin Salmacis virgulata – A microcosm approach. Heliyon, 7(1).
					692.2	89.45	603	28.46	28.54	7.81	8.26	30.32	30.28		
					197.9	89.45	108	28.49	28.54	8	8.26	30.23	30.28		
					2228.35	89.45	2,139	28.5	28.54	7.63	8.26	30.69	30.28		
					692.2	89.45	603	28.46	28.54	7.81	8.26	30.32	30.28		
					197.9	89.45	108	28.49	28.54	8	8.26	30.23	30.28		
					2228.35	89.45	2,139	28.5	28.54	7.63	8.26	30.69	30.28		
					692.2	89.45	603	28.46	28.54	7.81	8.26	30.32	30.28		
					197.9	89.45	108	28.49	28.54	8	8.26	30.23	30.28		
花虫綱	Siderastrea siderea (ニセヤスリサンゴ科)	95日間(T0)	純石灰化速度	群体	724	530	194	27.4	27.8	7.98	8.14	31.8	32.1	なし(ANOVA)	
		95日間(T30)			714	460	254	27.2	28	7.91	8.2	31.3	31.4		
		95日間(T60)			647	332	315	28	27	7.94	8.24	31.3	31.4		
		95日間(T95)			663	298	365	28	28	7.95	8.27	31.5	31.5		
		95日間(T0)			506	496	10	30.4	30.8	8.21	8.29	32	32.4		
		95日間(T30)			613	429	184	30.8	30.9	7.95	8.19	31.2	31.3		
		95日間(T60)			636	374	262	30.9	31.2	7.96	8.22	31.3	31.4		
		95日間(T95)			662	388	274	31	31.1	7.96	8.21	31.5	31.5		
		95日間(T0)			1939	530	1,409	28	27.8	7.63	8.14	32	32.1		
		95日間(T30)			2348	460	1,888	28	28	7.41	8.2	31.2	31.4		
		95日間(T60)			2891	332	2,559	28	27	7.34	8.24	31.3	31.4		
		95日間(T95)			2973	298	2,675	28.1	28	7.33	8.27	31.5	31.5		
		95日間(T0)			1980	496	1,484	29.4	30.8	7.63	8.29	32.3	32.4		
		95日間(T30)			2609	429	2,180	30.4	30.9	7.4	8.19	31.3	31.3		
		95日間(T60)			3228	374	2,854	30.6	31.2	7.32	8.22	31.4	31.4		
		95日間(T95)			3245	388	2,857	30.7	31.1	7.3	8.21	31.5	31.5		
		95日間(T0)			724	530	194	27.4	27.8	7.98	8.14	31.8	32.1		
		95日間(T30)			714	460	254	27.2	28	7.91	8.2	31.3	31.4		
		95日間(T60)			647	332	315	28	27	7.94	8.24	31.3	31.4		
		95日間(T95)			663	298	365	28	28	7.95	8.27	31.5	31.5		
		95日間(T0)			506	496	10	30.4	30.8	8.21	8.29	32	32.4		
		95日間(T30)			613	429	184	30.8	30.9	7.95	8.19	31.2	31.3		
		95日間(T60)			636	374	262	30.9	31.2	7.96	8.22	31.3	31.4		
		95日間(T95)			662	388	274	31	31.1	7.96	8.21	31.5	31.5		
花虫綱	Pseudodiploria strigosa (ニセヤスリサンゴ科)	95日間(T0)	純石灰化速度	群体	724	530	194	27.4	27.8	7.98	8.14	31.8	32.1	減少(ANOVA p=0.002)	Aichelman, H. E., Bove, C. B., Castillo, K.D., Boulton, J.M., Knowlton, A. C., Nieves, O. C., Ries, J. B., Davies, S. W. (2021). Exposure duration modulates the response of Caribbean corals to global change stressors. Limnology and Oceanography, 66(8).
		95日間(T30)			714	460	254	27.2	28	7.91	8.2	31.3	31.4		
		95日間(T60)			647	332	315	28	27	7.94	8.24	31.3	31.4		
		95日間(T95)			663	298	365	28	28	7.95	8.27	31.5	31.5		
		95日間(T0)			506	496	10	30.4	30.8	8.21	8.29	32	32.4		
		95日間(T30)			613	429	184	30.8	30.9	7.95	8.19	31.2	31.3		
		95日間(T60)			636	374	262	30.9	31.2	7.96	8.22	31.3	31.4		
		95日間(T95)			662	388	274	31	31.1	7.96	8.21	31.5	31.5		
		95日間(T0)			1939	530	1,409	28	27.8	7.63	8.14	32	32.1		
		95日間(T30)			2348	460	1,888	28	28	7.41	8.2	31.2	31.4		
		95日間(T60)			2891	332	2,559	28	27	7.34	8.24	31.3	31.4		
		95日間(T95)			2973	298	2,675	28.1	28	7.33	8.27	31.5	31.5		
		95日間(T0)			1980	496	1,484	29.4	30.8	7.63	8.29	32.3	32.4		
		95日間(T30)			2609	429	2,180	30.4	30.9	7.4	8.19	31.3	31.3		
		95日間(T60)			3228	374	2,854	30.6	31.2	7.32	8.22	31.4	31.4		
		95日間(T95)			3245	388	2,857	30.7	31.1	7.3	8.21	31.5	31.5		
		95日間(T0)			724	530	194	27.4	27.8	7.98	8.14	31.8	32.1		
		95日間(T30)			714	460	254	27.2	28	7.91	8.2	31.3	31.4		
		95日間(T60)			647	332	315	28	27	7.94	8.24	31.3	31.4		
		95日間(T95)			663	298	365	28	28	7.95	8.27	31.5	31.5		
		95日間(T0)			506	496	10	30.4	30.8	8.21	8.29	32	32.4		
		95日間(T30)			613	429	184	30.8	30.9	7.95	8.19	31.2	31.3		
		95日間(T60)			636	374	262	30.9	31.2	7.96	8.22	31.3	31.4		
		95日間(T95)			662	388	274	31	31.1	7.96	8.21	31.5	31.5		
花虫綱	Pseudodiploria strigosa (ニセヤスリサンゴ科)	95日間(T0)	純石灰化速度	群体	724	530	1,409	28	27.8	7.63	8.14	32	32.1	減少(ANOVA p<0.001)	
		95日間(T30)			2348	460	1,888	28	28	7.41	8.2	31.2	31.4		
		95日間(T60)			2891	332	2,559	28	27	7.34	8.24	31.3	31.4		
		95日間(T95)			2973	298	2,675	28.1	28	7.33	8.27	31.5	31.5		
		95日間(T0)			1980	496	1,484	29.4	30.8	7.63	8.29	32.3	32.4		
		95日間(T30)			2609	429	2,180	30.4	30.9	7.4	8.19	31.3	31.3		
		95日間(T60)			3228	374	2,854	30.6	31.2	7.32	8.22	31.4	31.4		
		95日間(T95)			3245	388	2,857	30.7	31.1	7.3	8.21	31.5	31.5		
		95日間(T0)			724	530	194	27.4	27.8	7.98	8.14	31.8	32.1		
		95日間(T30)			714	460	254	27.2	28	7.91	8.2	31.3	31.4		
		95日間(T60)			647	332	315	28	27	7.94	8.24	31.3	31.4		
		95日間(T95)			663	298	365	28	28	7.95	8.27	31.5	31.5		
		95日間(T0)			506	496	10	30.4	30.8	8.21	8.29	32	32.4		
		95日間(T30)			613	429	184	30.8	30.9	7.95	8.19	31.2	31.3		
		95日間(T60)			636	374	262	30.9	31.2	7.96	8.22	31.3	31.4		
		95日間(T95)			662	388	274	31	31.1	7.96	8.21	31.5	31.5		
		95日間(T0)			1939	530	1,409	28	27.8	7.63	8.14	32	32.1		
		95日間(T30)			2348	460	1,888	28	28	7.41	8.2	31.2	31.4		
		95日間(T60)			2891	332	2,559	28	27	7.34	8.24	31.3	31.4		
		95日間(T95)			2973	298	2,675	28.1	28	7.33	8.27	31.5	31.5		
		95日間(T0)			1980	496	1,484	29.4	30.8	7.63	8.29	32.3	32.4		
		95日間(T30)			2609	429	2,180	30.4	30.9	7.4	8.19	31.3	31.3		
		95日間(T60)			3228	374	2,854	30.6	31.2	7.32	8.22	31.4	31.4		
		95日間(T95)			3245	388	2,857	30.7	31.1	7.3	8.21	31.5	31.5		

※ 負の影響が認められたものは赤字、正の影響が認められたものは青文字で示す。

表1 海洋生物へのCO₂影響に係る文献（2021年）整理結果

花虫綱	Acropora millepora (ハイマツミドリイシ)	5日	堆積物除去能(Sediment removal) EC50(mg/cm2)	加入群 (coral recruit)	569	398	171	29.34	28.76	7.931	8.06			減少(ANOVA p=0.008)	Brunner, C. A., Uthicke, S., Ricardo, G. F., Hoogenboom, M. O., & Negri, A. P. (2021). Climate change doubles sedimentation-induced coral recruit mortality. Science of the Total Environment, 768.
		10日			569	398	171	29.34	28.76	7.931	8.06			なし(ANOVA)	
		10日			772	398	374	29.97	28.76	7.82	8.06			減少(ANOVA p=0.008)	
		9日	加入群の生存LC50(mg/cm2)	569	398	171	29.34	28.76	7.93	8.06	減少(ANOVA p=0.008)				
		772		398	374	29.97	28.76	7.82	8.06	減少(ANOVA p=0.010)					
		14日		569	398	171	29.34	28.76	7.93	8.06	減少(ANOVA p<0.001)				
		9日		772	398	374	29.97	28.76	7.82	8.06	減少(ANOVA p=0.001)				
		14日		569	398	171	29.34	28.76	7.93	8.06	なし				
		9日		加入群の生存LC50(mg/cm2)	772	398	374	29.97	28.76	7.82	8.06			減少(p<0.05)	
		14日	569		398	171	29.34	28.76	7.93	8.06	なし				
		9日			772	398	374	29.97	28.76	7.82	8.06			減少(p<0.05)	
		14日		569	398	171	29.34	28.76	7.93	8.06	なし				
		9日		加入群のサイズ	772	398	374	29.97	28.76	7.82	8.06			なし(ANOVA)	
		14日	569		398	171	29.34	28.76	7.93	8.06	なし(ANOVA)				
		9日			772	398	374	29.97	28.76	7.82	8.06			なし(ANOVA)	
		14日		569	398	171	29.34	28.76	7.93	8.06	なし(ANOVA)				
9日		772		398	374	29.97	28.76	7.82	8.06	なし(ANOVA)					
14日		569	398	171	29.34	28.76	7.93	8.06	なし(ANOVA)						

二枚貝綱	Magallana gigas (マガキ)	10日間	ろ過速度	成員 (early adult)	1451.06	631.37	820			7.69	7.96			減少(p<0.05)	Jiang, W., Wang, X., Rencheng, S., Li, S., Wang, J., Zhang, Y., Strand, Ø., Fang, J., & Jiang, Z. (2021). Effects of elevated pCO2on the physiological energetics of Pacific oyster, Crassostrea gigas. ICES Journal of Marine Science, 78(7), 2579–2590
		30日間			1428.18	606.51	822			7.69	7.95			減少(p<0.05)	
		10日間	摂食速度		1414.81	643.89	771			7.69	7.96			減少(p<0.05)	

二枚貝綱	Magallana gigas (マガキ)	12週間	初期抵抗力	成員 (Adult)	797.6	587.1	211	17	17	7.82	7.94	32.7	32.9	なし	Lemasson, A., & Knights, A. (2021). Differential responses in anti-predation traits of the native oyster Ostrea edulis and invasive Magallana gigas to ocean acidification and warming. Marine Ecology Progress Series, 665, 87–102.	
					1127.1	587.1	540	16.9	17	7.68	7.94	32.9	32.9	なし		
					835.3	629.7	206	21.8	20.7	7.87	7.97	33.8	32.7	なし		
					1177	629.7	547	20.5	20.7	7.72	7.97	33.9	32.7	なし		
			殻の強度		797.6	587.1	211	17	17	7.82	7.94	32.7	32.9	なし		
					1127.1	587.1	540	16.9	17	7.68	7.94	32.9	32.9	なし		
					835.3	629.7	206	21.8	20.7	7.87	7.97	33.8	32.7	減少(有意差あり)		
					1177	629.7	547	20.5	20.7	7.72	7.97	33.9	32.7	なし		
			殻片密度		797.6	587.1	211	17	17	7.82	7.94	32.7	32.9	なし		
					1127.1	587.1	540	16.9	17	7.68	7.94	32.9	32.9	なし		
					835.3	629.7	206	21.8	20.7	7.87	7.97	33.8	32.7	なし		
					1177	629.7	547	20.5	20.7	7.72	7.97	33.9	32.7	なし		
			殻の厚さ		797.6	587.1	211	17	17	7.82	7.94	32.7	32.9	なし		
					1127.1	587.1	540	16.9	17	7.68	7.94	32.9	32.9	なし		
					835.3	629.7	206	21.8	20.7	7.87	7.97	33.8	32.7	なし		
					1177	629.7	547	20.5	20.7	7.72	7.97	33.9	32.7	なし		

二枚貝綱	Ostrea edulis (ヨーロッパヒラガキ)	12週間	初期抵抗力		626.7	492.4	134	16.7	16.7	7.86	7.96	33.1	33	なし		
					818.5	492.4	326	16.7	16.7	7.77	7.96	33.3	33	なし		
					731.2	464.8	266	20.3	19.8	7.92	8.04	33.4	33.6	なし		
					864.3	464.8	400	19.8	19.8	7.84	8.04	33.5	33.6	なし		
			殻の強度		626.7	492.4	134	16.7	16.7	7.86	7.96	33.1	33	なし		
					818.5	492.4	326	16.7	16.7	7.77	7.96	33.3	33	なし		
					731.2	464.8	266	20.3	19.8	7.92	8.04	33.4	33.6	なし		
					864.3	464.8	400	19.8	19.8	7.84	8.04	33.5	33.6	なし		
			殻片密度		626.7	492.4	134	16.7	16.7	7.86	7.96	33.1	33	なし		
					818.5	492.4	326	16.7	16.7	7.77	7.96	33.3	33	なし		
					731.2	464.8	266	20.3	19.8	7.92	8.04	33.4	33.6	なし		
					864.3	464.8	400	19.8	19.8	7.84	8.04	33.5	33.6	なし		
			殻の厚さ		626.7	492.4	134	16.7	16.7	7.86	7.96	33.1	33	なし		
					818.5	492.4	326	16.7	16.7	7.77	7.96	33.3	33	なし		
					731.2	464.8	266	20.3	19.8	7.92	8.04	33.4	33.6	なし		
					864.3	464.8	400	19.8	19.8	7.84	8.04	33.5	33.6	なし		

※ 負の影響が認められたものは赤字、正の影響が認められたものは青文字で示す。

表1 海洋生物へのCO₂影響に係る文献（2021年）整理結果

二枚貝綱	<i>Mytilus edulis</i> (ヨーロッパイガイ)	4週間	標準代謝速度	成貝	1027	585	442	9.76	9.51	7.91	8.13	30.5	30.04	なし	Matoo, O. B., Lannig, G., Bock, C., & Sokolova, I. M. (2021). Temperature but not ocean acidification affects energy metabolism and enzyme activities in the blue mussel, <i>Mytilus edulis</i> . Ecology and Evolution, 11(7).
				(Adult)	1069	536	533	14.99	14.95	7.92	8.18	30.14	30.15	なし	
二枚貝綱	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (ムラサキイガイ)	2カ月	ろ過速度	稚貝 (Juvenile)	836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	増加(ANOVA p<0.001)	Lassoued, J., Padã-n, X. A., Comeau, L. A., Bejaoui, N., Pãrez, F. F., & Babarro, J. M. F. (2021). The Mediterranean mussel <i>Mytilus galloprovincialis</i> : Responses to climate change scenarios as a function of the original habitat. Conservation Physiology, 9(1), 1–16.
			殻の開閉時間		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	減少(ANOVA p<0.01)	
			足糸強度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし(ANOVA)	
			殻の厚さ指数		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし(ANOVA)	
			殻の圧縮強度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	減少(ANOVA p<0.001)	
			殻の有機物量		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし(ANOVA)	
			Ar:Ca比		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし(ANOVA)	
			比成長速度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	増加(ANOVA p<0.01)	
			ろ過速度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			殻の開閉時間		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	増加(有意差あり)	
			足糸強度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	データなし	
			殻の厚さ指数		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			殻の圧縮強度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			殻の有機物量		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	減少(有意差あり)	
			Ar:Ca比		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	減少(有意差あり)	
			比成長速度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			ろ過速度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			殻の開閉時間		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	データなし	
			足糸強度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	減少(有意差あり)	
			殻の厚さ指数		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			殻の圧縮強度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			殻の有機物量		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	減少(有意差あり)	
			Ar:Ca比		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	減少(有意差あり)	
			比成長速度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			ろ過速度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			殻の開閉時間		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			足糸強度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	データなし	
			殻の厚さ指数		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	減少(有意差あり)	
			殻の圧縮強度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	減少(有意差あり)	
			殻の有機物量		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			Ar:Ca比		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	
			比成長速度		836 1134	439 439	397 695	15.3 14.9	15.4 15.4	7.747 7.625	7.992 7.992	34.5 34.52	34.53 34.53	なし	

※ 負の影響が認められたものは赤字、正の影響が認められたものは青文字で示す。

表1 海洋生物へのCO₂影響に係る文献（2021年）整理結果

二枚貝綱	Panopea globosa (アメリカナミガイ)	1日	殻長	浮遊幼生 (ウンボネートベリジャー幼生)	2504.49	462.84	2,042	21	21			33	33	なし	López-Landavery, E. A., Carpizo-Ituarte, E. J., Pérez-Carrasco, L., Díaz, F., la Cruz, F. L. de, García-Esquivel, Z., Hernández-Ayón, J. M., & Galindo-Sánchez, C. E. (2021). Acidification stress effect on umbonate veliger larval development in Panopea globosa. Marine Pollution Bulletin, 163.	
		2日			2515.49	465.18	2,050	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
		3日			2380.57	455.94	1,925	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
		4日			2520.7	464.96	2,056	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
		5日			2480.17	454.49	2,026	21	21			33	33	減少(p<0.01)		
		6日			2506.23	460.5	2,046	21	21			33	33	減少(p<0.01)		
		7日			2538.66	463.73	2,075	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
		1日	殻幅		2504.49	462.84	2,042	21	21			33	33	なし		
		2日			2515.49	465.18	2,050	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
		3日			2380.57	455.94	1,925	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
		4日			2520.7	464.96	2,056	21	21			33	33	減少(p<0.001)		
		5日			2480.17	454.49	2,026	21	21			33	33	減少(p<0.05)		
		6日			2506.23	460.5	2,046	21	21			33	33	減少(p<0.01)		
		7日			2538.66	463.73	2,075	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
		1日	殻面積		2504.49	462.84	2,042	21	21			33	33	なし		
		2日			2515.49	465.18	2,050	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
		3日			2380.57	455.94	1,925	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
		4日			2520.7	464.96	2,056	21	21			33	33	減少(p<0.001)		
		5日			2480.17	454.49	2,026	21	21			33	33	減少(p<0.01)		
		6日			2506.23	460.5	2,046	21	21			33	33	減少(p<0.001)		
		7日			2538.66	463.73	2,075	21	21			33	33	減少(p<0.0001)		
二枚貝綱	Argopecten purpuratus (ホタテガイ)		殻密度	891.26	367.77	523	14.08	14.13	7.754	8.058	35.86	34.48	減少(ANOVA p = 0.002)	Lagos, N. A., Benítez, S., Grenier, C., Rodríguez-Navarro, A. B., García-Herrera, C., Abarca-Ortega, A., Vivanco, J. F., Benjumea, I., Vargas, C. A., Duarte, C., & Lardies, M. A. (2021). Plasticity in organic composition maintains biomechanical performance in shells of juvenile scallops exposed to altered		
				969.48	435.96	534	18.14	18.13	7.72	8.032	34	33.28				
			殻微小硬度	891.26	367.77	523	14.08	14.13	7.754	8.058	35.86	34.48	なし(ANOVA)			
				969.48	435.96	534	18.14	18.13	7.72	8.032	34	33.28				
腹足綱	Atlanta ariejansseni (クチキレウキガイ科)	3日間	殻の伸長	稚貝 (juvenile)	378	425	-47	14~16°C		8.19	8.14			増加(p=0.0006)	Wall-Palmer, D., Mekkes, L., Ramos-Silva, P., Dämmer, L. K., Goetze, E., Bakker, K., Duijm, E., & Peijnenburg, K. T. C. A. (2021). The impacts of past, present and future ocean chemistry on predatory planktonic snails. Royal Society Open	
			殻の厚さ		564	425	139			8.03	8.14			増加(p=0.0001)		
					378	425	-47			8.19	8.14			なし		
					564	425	139			8.03	8.14			なし		
			殻の容積		378	425	-47			8.19	8.14			増加(p=0.0207)		
					564	425	139			8.03	8.14			なし		
腹足綱	Nassarius nitidus (オリイレヨフバイ科)	3ヶ月間	密度	成貝 (Adult)	2044.6	394	1,651	21.8	21.9	7.6	8.13			なし	Chatzinikolaou, E., Keklikoglou, K., & Grigoriou, P. (2021). Morphological Properties of Gastropod Shells in a Warmer and More Acidic Future Ocean Using 3D Micro-Computed Tomography. Frontiers in Marine Science, 8.	
					2481.5	381.3	2,100	24.8	24.7	7.57	8.13			なし		
			構造的厚さ		2044.6	394	1,651	21.8	21.9	7.6	8.13			なし		
					2481.5	381.3	2,100	24.8	24.7	7.57	8.13			なし		
			空隙率		2044.6	394	1,651	21.8	21.9	7.6	8.13			なし		
					2481.5	381.3	2,100	24.8	24.7	7.57	8.13			なし		
	Columbella rustica (フトコロガイ科)		密度		2044.6	394	1,651	21.8	21.9	7.6	8.13			なし		
					2481.5	381.3	2,100	24.8	24.7	7.57	8.13			減少(有意差あり)		
			構造的厚さ		2044.6	394	1,651	21.8	21.9	7.6	8.13			減少(有意差あり)		
					2481.5	381.3	2,100	24.8	24.7	7.57	8.13			なし		
			空隙率		2044.6	394	1,651	21.8	21.9	7.6	8.13			なし		
					2481.5	381.3	2,100	24.8	24.7	7.57	8.13			増加(有意差あり)		
			密度		2044.6	394	1,651	21.8	21.9	7.6	8.13			減少(ANOVA p<0.001)		
					2481.5	381.3	2,100	24.8	24.7	7.57	8.13					
			構造的厚さ		2044.6	394	1,651	21.8	21.9	7.6	8.13			減少(ANOVA p<0.001)		
					2481.5	381.3	2,100	24.8	24.7	7.57	8.13					
			空隙率		2044.6	394	1,651	21.8	21.9	7.6	8.13			増加(ANOVA p=0.015)		
					2481.5	381.3	2,100	24.8	24.7	7.57	8.13					

※ 負の影響が認められたものは赤文字、正の影響が認められたものは青文字で示す。

表 2 海洋酸性化及び自然界の CO₂ 湧出域による生物影響に係る文献整理結果 (2008～2021 年)

No.	生物分類群	生息域	年度	タイトル (英文)	タイトル (和訳)
1	ウニ類、 紅藻綱 (サンゴモ類)	CO ₂ ベント	2008	Volcanic carbon dioxide vents show ecosystem effects of ocean acidification	火山性 CO ₂ ベントは、海洋酸性化の生態系への影響を示す
2	石灰質海草付 着生物	CO ₂ ベント	2008	Effects of naturally acidified seawater on seagrass calcareous epibionts.	石灰質海草付着生物に対する自然酸性化海水の影響
3	底生生物群集	CO ₂ ベント	2010	Effects of ocean acidification on invertebrate settlement at volcanic CO ₂ vents	火山性二酸化炭素噴出孔における無脊椎動物の定着に対する海洋酸性化の影響
4	海藻群落、海 草群落、無脊 椎動物、イシ サンゴ目、コ ケムシ目	CO ₂ ベント	2010	Using volcanic marine CO ₂ vents to study the effects of ocean acidification on benthic biota: highlights from Castello Aragonese d'Ischia (Tyrrhenian Sea)	火山の海洋 CO ₂ 噴出孔を使用して、海洋酸性化が底生生物相に及ぼす影響を研究する: Castello Aragonese d'Ischia (ティレニア海) のハイライト
5	コケムシ目	CO ₂ ベント	2010	Effects of ocean acidification and high temperatures on the bryozoan <i>Myriapora truncata</i> at natural CO ₂ vents	自然の CO ₂ 噴出孔におけるコケムシ <i>Myriapora truncata</i> に対する海洋酸性化と高温の影響
6	底生生物群集	湧昇域	2010	Calcifying invertebrates succeed in a naturally CO ₂ -rich coastal habitat but are threatened by high levels of future acidification.	石灰化無脊椎動物は、自然に CO ₂ が豊富な沿岸の生息地で成功するが、将来の高レベルの酸性化に脅かされている
7	サンゴ礁群 集、海草群落	CO ₂ 湧出域	2011	Losers and winners in coral reefs acclimatized to elevated carbon dioxide concentrations.	サンゴ礁の敗者と勝者は、二酸化炭素濃度の上昇に順応した
8	無脊椎動物	CO ₂ ベント	2011	Divergent ecosystem responses within a benthic marine community to ocean acidification	海洋酸性化に対する底生海洋群集内の多様な生態系応答
9	腹足綱(浮遊性)	湧昇域	2012	Extensive dissolution of live pteropods in the Southern Ocean	南極海における生きた翼足類の大規模な溶解
10	海藻群落、 ウニ類	CO ₂ ベント (湧出域)	2012	Temperate and tropical brown macroalgae thrive, despite decalcification, along natural CO ₂ gradients	温帯および熱帯の褐藻類は、脱灰にもかかわらず、自然の CO ₂ 勾配に沿って繁栄する
11	イソギンチャ ク目	CO ₂ ベント (湧出域)	2012	Sea anemones may thrive in a high CO ₂ world.	イソギンチャクは、高 CO ₂ の世界で繁栄する可能性がある
12	ウニ目	CO ₂ ベント (移植実験)	2013	Distribution of sea urchins living near shallow water CO ₂ vents is dependent upon species acid-base and ion-regulatory abilities	浅海 CO ₂ 噴出孔近くに生息するウニの分布は、種の酸塩基およびイオン調節能力に依存している
13	多毛綱	CO ₂ ベント (移植実験)	2013	Adaptation and acclimatization to ocean acidification in marine ectotherms: an in situ transplant experiment with polychaetes at a shallow CO ₂ vent system	海洋外温生物における海洋酸性化への適応と順化: 浅海 CO ₂ 噴出孔システムにおける多毛類の in situ 移植実験
14	ウニ目	潮間帯	2013	Transcriptomic responses to ocean acidification in larval sea urchins from a naturally variable pH environment	自然に変化する pH 環境におけるウニ幼生の海洋酸性化に対するトランスクリプトーム反応
15	サンゴ礁群集	CO ₂ ベント	2013	Spatial community shift from hard to soft corals in acidified water	酸性化した水中でのハードコーラルからソフトコーラルへの空間群集の変化
16	微細藻類群 (付着植物)	CO ₂ ベント	2013	Responses of marine benthic microalgae to elevated CO ₂	上昇した CO ₂ に対する海洋底生微細藻類の反応
17	紅藻綱 (サンゴモ類)	模倣実験 (CCS、自然 CO ₂ ベ ント)	2013	Coralline algal structure is more sensitive to rate, rather than the magnitude, of ocean acidification	サンゴモ類の構造は、海洋酸性化の大きさよりも速度に敏感である
18	カイアシ亜綱	高緯度 (北極圏)	2013	Sensitivity to ocean acidification parallels natural pCO ₂ gradients experienced by Arctic copepods under winter sea ice	海洋酸性化に対する感受性は、冬の海氷下で北極のカイアシ類が経験する自然な pCO ₂ 勾配と相似する
19	海藻群落	CO ₂ ベント	2013	The effect of ocean acidification on early algal colonization stages at natural CO ₂ vents.	自然の CO ₂ 噴出孔における藻類のコロニー形成の初期段階に対する海洋酸性化の影響

No.	生物分類群	生息域	年度	タイトル (英文)	タイトル (和訳)
20	海草群落	CO ₂ ベント	2014	Seagrass ecosystem response to long-term high CO ₂ in a Mediterranean volcanic vent	地中海の火山噴出孔における長期にわたる高 CO ₂ 濃度に対する海草生態系の応答
21	海藻群落	CO ₂ 湧出域	2014	Seasonality Affects Macroalgal Community Response to Increases in pCO ₂	季節性は pCO ₂ の増加に対する大型藻類群集の反応に影響を与える
22	腹足綱(浮遊性)	湧昇域(カリフォルニア海流)	2014	Limacina helicina shell dissolution as an indicator of declining habitat suitability owing to ocean acidification in the California Current Ecosystem	カリフォルニア海流生態系における海洋酸性化による生息適性の低下の指標としての <i>Limacina helicina</i> 殻の溶解
23	無脊椎動物	CO ₂ 湧出域	2014	Ecological effects of ocean acidification and habitat complexity on reef-associated macroinvertebrate communities.	サンゴ礁に付随する大型無脊椎動物群集に対する海洋酸性化と生息地の複雑化の生態学的影響
24	サンゴ礁群集	湧昇域	2014	Galápagos coral reef persistence after ENSO warming across an acidification gradient	ENSO が酸性化勾配を越えて温暖化した後のガラパゴスのサンゴ礁の持続性
25	腹足綱(底生性)	CO ₂ ベント(移植実験)	2014	Ocean acidification impairs vermetid reef recruitment.	海洋の酸性化は Vermetid 礁の新規加入を損なう
26	多毛綱	CO ₂ ベント	2014	Spatio-temporal variability of polychaete colonization at volcanic CO ₂ vents indicates high tolerance to ocean acidification	火山性二酸化炭素噴出孔における多毛類のコロニー形成の時空間変動性は、海洋酸性化に対する高い耐性を示している
27	サンゴ礁群集	サンゴ礁域	2014	Diverse coral communities in naturally acidified waters of a Western Pacific reef.	西太平洋のサンゴ礁の自然に酸性化された水中の多様なサンゴ群集
28	円石藻目	CO ₂ ベント(湧出域)	2014	Decline in coccolithophore diversity and impact on coccolith morphogenesis along a natural CO ₂ gradient.	自然の CO ₂ 勾配に沿ったココリスの多様性の減少とココリスの形態形成への影響
29	サンゴ礁群集	サンゴ礁域	2015	Changes in coral reef communities across a natural gradient in seawater pH.	海水 pH の自然勾配におけるサンゴ礁群集の変化
30	腹足綱(浮遊性)	湧昇域(カリフォルニア海流)	2015	Changes in pteropod distributions and shell dissolution across a frontal system in the California Current System	カリフォルニア海流系の前線系における翼足類の分布と殻の溶解の変化
31	紅藻綱 サンゴモ類	CO ₂ ベント	2015	Effect of climate change on crustose coralline algae at a temperate vent site, White Island, New Zealand	気候変動がニュージーランド、ホワイト島の温帯噴出孔サイトにおける有節サンゴモ類に及ぼす影響
32	微生物群集	CO ₂ ベント	2015	Bacterial abundance, processes and diversity responses to acidification at a coastal CO ₂ vent	沿岸 CO ₂ 噴出孔での酸性化に対する細菌の出現量、プロセス、および多様性の応答
33	イシサンゴ目	外洋域(海盆)	2015	Coral macrobioerosion is accelerated by ocean acidification and nutrients	サンゴのマクロ生物侵食は、海洋の酸性化と栄養塩によって加速される
34	サンゴ礁群集	CO ₂ ベント	2015	Shift from coral to macroalgae dominance on a volcanically acidified reef.	火山性酸性化したサンゴ礁でのサンゴから大型藻類の優占への移行
35	紅藻綱 (サンゴモ類)	CO ₂ 湧出域	2015	In situ changes of tropical crustose coralline algae along carbon dioxide gradients.	CO ₂ 勾配に沿った熱帯の有節サンゴモ類の in situ 変化
36	腹足綱(底生性)	CO ₂ 湧出域	2015	Physiological advantages of dwarfing in surviving extinctions in high-CO ₂ oceans	CO ₂ 濃度の高い海洋で絶滅を生き延びる際の矮小化の生理学的利点
37	微生物群集	CO ₂ ベント	2015	Seagrass biofilm communities at a naturally CO ₂ -rich vent	自然に CO ₂ が豊富な噴出孔における海草バイオフィーム群集
38	底生生物群集	CO ₂ ベント	2015	Persistent natural acidification drives major distribution shifts in marine benthic ecosystems.	永続的な自然酸性化は、海洋底生生態系の主要な分布の変化を駆動する
39	多毛綱	CO ₂ ベント	2015	Antioxidant capacity of polychaetes occurring at a natural CO ₂ vent system: results of an in situ reciprocal transplant experiment.	自然の CO ₂ 噴出孔システムで発生する多毛類の抗酸化能力：in situ 相互移植実験の結果
40	多毛綱	CO ₂ ベント	2015	Energy metabolism and cellular homeostasis trade-offs provide the basis for a new type of sensitivity to ocean acidification in a marine polychaete at a high-CO ₂ vent: adenylate and phosphagen energy pools versus carbonic anhydrase	エネルギー代謝と細胞ホメオスタシスのトレードオフは、高 CO ₂ 噴出孔における海洋多毛類の海洋酸性化に対する新しいタイプの感受性の基礎を提供する：アデニル酸とホスファ

No.	生物分類群	生息域	年度	タイトル (英文)	タイトル (和訳)
					ゲンのエネルギープール対炭酸脱水酵素
41	イガイ コケムシ類、 フジツボ科	沿岸域	2016	Field-based experimental acidification alters fouling community structure and reduces diversity	フィールドベースの実験的酸性化は、汚損群集の構造を変化させ、多様性を減少させる
42	ウニ目	潮間帯 CO ₂ 湧出域	2016	The impact of ocean acidification and warming on the skeletal mechanical properties of the sea urchin <i>Paracentrotus lividus</i> from laboratory and field observations	海洋酸性化と温暖化がウニ <i>Paracentrotus lividus</i> の骨格機械的特性に与える影響を実験室と野外で観察
43	底生生物群集、海藻群落	サンゴ礁域	2016	Recruitment and succession in a tropical benthic community in response to in-situ ocean acidification.	in-situ 海洋酸性化に対応した熱帯底生生物群集における新規加入と継承
44	フジツボ科	模倣実験 (pH 自然変動)	2016	Simulated diurnal pH fluctuations radically increase variance in—but not the mean of—growth in the barnacle <i>Balanus improvisus</i>	模倣された日内 pH 変動は、フジツボ <i>Balanus improvisus</i> の成長の平均ではなく、分散を根本的に増加させる
45	腹足綱(浮遊性)	高緯度 (北極圏・フィヨルド)	2016	Late winter-to-summer change in ocean acidification state in Kongsfjorden, with implications for calcifying organisms	冬の終わりから夏にかけての Kongsfjorden における海洋酸性化状態の変化は、生物の石灰化に影響を与える
46	多毛綱	CO ₂ ベント	2016	Distribution and functional traits of polychaetes in a CO ₂ vent system: winners and losers among closely related species	CO ₂ 噴出孔システムにおける多毛類の分布と機能特性：近縁種間の勝者と敗者
47	腹足綱(底生性)	CO ₂ ベント	2016	Individual and population-level responses to ocean acidification	海洋酸性化に対する個体および集団レベルの反応
48	微生物群集	CO ₂ 湧出域	2016	Quantification of the effects of ocean acidification on sediment microbial communities in the environment: the importance of ecosystem approaches	環境中の堆積微生物群集に対する海洋酸性化の影響の定量化：生態系アプローチの重要性
49	紅藻綱 (サンゴモ類)	CO ₂ ベント	2016	Coralline algae in a naturally acidified ecosystem persist by maintaining control of skeletal mineralogy and size	自然に酸性化された生態系のサンゴモ類は、骨格の鉱物とサイズの制御を維持することによって存続する
50	イガイ	湧昇域(カリフォルニア海流)	2016	Interacting environmental mosaics drive geographic variation in mussel performance and predation vulnerability	相互作用する環境モザイクは、イガイ類のパフォーマンスと捕食の脆弱性の地理的変動を促進する
51	ウニ目	CO ₂ ベント	2016	In situ developmental responses of tropical sea urchin larvae to ocean acidification conditions at naturally elevated pCO ₂ vent sites	自然に上昇した pCO ₂ 噴出孔サイトにおける海洋酸性化条件に対する熱帯ウニ幼生の In situ 発生応答
52	多毛綱	CO ₂ ベント	2016	An in situ assessment of local adaptation in a calcifying polychaete from a shallow CO ₂ vent system	浅海 CO ₂ 噴出孔システムにおける石灰化多毛類の局所適応の in situ 評価
53	条鰭綱	CO ₂ 湧出域	2016	Ocean acidification affects fish spawning but not paternity at CO ₂ seeps	海洋の酸性化は魚類の産卵に影響するが、CO ₂ 湧出域における父性には影響しない
54	条鰭綱	CO ₂ ベント	2016	Ocean acidification alters fish populations indirectly through habitat modification.	海洋の酸性化は、生息地の変更を通じて魚類の個体数を間接的に変化させる
55	サンゴ礁群集	CO ₂ 湧出域	2016	Ocean acidification affects productivity but not the severity of thermal bleaching in some tropical corals	海洋酸性化は生産力に影響を与えるが、一部の熱帯サンゴの熱白化の深刻度には影響しない
56	海草群落	メソコズム(アマモ場)	2016	The Influence of CO ₂ Enrichment on Net Photosynthesis of Seagrass <i>Zostera marina</i> in a Brackish Water Environment	汽水環境におけるアマモの純光合成に対する CO ₂ 負荷の影響
57	条鰭綱	CO ₂ ベント	2016	Lost at sea: ocean acidification undermines larval fish orientation via altered hearing and marine soundscape modification	Lost at sea：海洋の酸性化は、聴覚の変化と海洋のサウンドスケープの変化を介して幼魚の方向性を損なう
58	ウニ目	CO ₂ 湧出域	2016	Temporal fluctuations in seawater pCO ₂ may be as important as mean differences when determining physiological sensitivity in natural systems	自然系の生理学的感度を決定する際、海水 pCO ₂ の時間変動は平均差と同じくらい重要である

No.	生物分類群	生息域	年度	タイトル (英文)	タイトル (和訳)
59	動物プランクトン	CO ₂ 湧出域	2016	Ocean acidification reduces demersal zooplankton that reside in tropical coral reefs	海洋酸性化は熱帯サンゴ礁に生息する底生動物プランクトンを減少させる
60	イシサンゴ目	CO ₂ 湧出域	2016	Biochemical responses to ocean acidification contrast between tropical corals with high and low abundances at volcanic carbon dioxide seeps	海洋酸性化に対する生化学的反応は、火山性 CO ₂ 湧出域で出現量が多い熱帯サンゴと少ない熱帯サンゴの間で対照的である
61	等脚目	CO ₂ ベント (移植実験)	2016	Metabolic responses to high pCO ₂ conditions at a CO ₂ vent site in juveniles of a marine isopod species assemblage.	海洋等脚類種群集の幼生の CO ₂ 噴出孔 サイトにおける高 pCO ₂ 条件に対する代謝応答
62	無脊椎動物	CO ₂ 湧出域	2017	Tropical CO ₂ seeps reveal the impact of ocean acidification on coral reef invertebrate recruitment	熱帯の CO ₂ 湧出域は、サンゴ礁の無脊椎動物の新規加入に対する海洋酸性化の影響を明らかにする
63	海草群落	CO ₂ ベント	2017	Response of Posidonia oceanica seagrass and its epibiont communities to ocean acidification	海草ポシドニア オセアニカとその付着動物 (エピビオン) 群集の海洋酸性化に対する反応
64	無脊椎動物	CO ₂ ベント	2017	Ocean acidification as a driver of community simplification via the collapse of higher-order and rise of lower-order consumers.	高次消費者の崩壊と低次消費者の台頭による群集の単純化の原動力としての海洋酸性化。
65	潮間帯・潮下帯群集	CO ₂ 湧出域	2018	Ocean acidification drives community shifts towards simplified non-calcified habitats in a subtropical- temperate transition zone.	海洋の酸性化は、亜熱帯から温帯への移行帯における単純化された非石灰化生息地への群集のシフトを促進する
66	サンゴ礁群集	メソコズム(サンゴ礁域)	2018	Carbon dioxide addition to coral reef waters suppresses net community calcification.	サンゴ礁水への CO ₂ の添加は、正味の群集石灰化を抑制する
67	底生生物群集	CO ₂ ベント (移植実験)	2018	Natural acidification changes the timing and rate of succession, alters community structure, and increases homogeneity in marine biofouling communities.	自然の酸性化は、タイミングと継承率を変化させ、群集構造を変更し、海洋生物付着群集の均一性を高める。
68	水域生態系	沿岸域(カリフォルニア海流)	2018	The combined effects of acidification and hypoxia on pH and aragonite saturation in the coastal waters of the California current ecosystem and the northern Gulf of Mexico	カリフォルニア海流の生態系とメキシコ湾北部の沿岸水域における pH とアラゴナイト飽和に対する酸性化と低酸素の複合影響
69	底生生物群集	高緯度 (南極圏)	2018	Benthic species of the Kerguelen Plateau show contrasting distribution shifts in response to environmental changes	ケルゲレン海台の底生種は、環境の変化に応じて対照的な分布の変化を示す
70	腹足綱(底生性)	CO ₂ 湧出域	2018	Dissolution: The Achilles' Heel of the Triton Shell in an Acidifying Ocean	溶解: 酸性化する海におけるトリトンシェルのアキレス腱
71	有孔虫綱 (底生性)	湧昇域	2018	Effect of seawater temperature, pH, and nutrients on the distribution and character of low abundance shallow water benthic foraminifera in the Galápagos	ガラパゴスにおける出現量の少ない浅海底生有孔虫類の分布と特性に対する海水温度、pH、および栄養素の影響
72	イシサンゴ目	CO ₂ 湧出域	2018	Functional genomic analysis of corals from natural CO ₂ -seeps reveals core molecular responses involved in acclimatization to ocean acidification	自然の CO ₂ 湧出域におけるサンゴの機能的ゲノム解析により、海洋酸性化への順化に関与するコア分子応答が明らかになる
73	有孔虫綱 (底生性)	CO ₂ ベント	2018	Impact of carbonate saturation on large Caribbean benthic foraminifera assemblages.	カリブ海の大型底生有孔虫群集に対する炭酸塩飽和の影響
74	底生生物群集	CO ₂ ベント	2018	CO ₂ leakage alters biogeochemical and ecological functions of submarine sands	CO ₂ 漏洩は海底砂の生物地球化学的および生態学的機能を変化させる
75	サンゴ礁群集	CO ₂ 湧出域	2018	Ocean acidification alters early successional coral reef communities and their rates of community metabolism.	海洋酸性化は、初期の連続したサンゴ礁群集と群集代謝速度を変化させる
76	底生生物群集	CO ₂ ベント	2018	Functional biodiversity loss along natural CO ₂ gradients.	自然の CO ₂ 勾配に沿った機能的生物多様性の損失
77	珪藻綱	メソコズム(湧昇の再現)	2019	Effects of elevated CO ₂ on a natural diatom community in the subtropical NE Atlantic	亜熱帯北東大西洋の自然珪藻群集に及ぼす高 CO ₂ の影響

No.	生物分類群	生息域	年度	タイトル (英文)	タイトル (和訳)
78	カイアシ亜綱 腹足綱(浮遊性)	湧昇域(カリフォルニア海流)	2019	Eco-physiological responses of copepods and pteropods to ocean warming and acidification	海洋の温暖化と酸性化に対するカイアシ類と翼足類の生態生理学的反応
79	イシサンゴ目	サンゴ礁域(サンゴコア試料の記録)	2019	Climate change and Atlantic Multidecadal Oscillation as drivers of recent declines in coral growth rates in the Southwestern Caribbean	カリブ海南西部におけるサンゴの成長速度の最近の低下の要因としての気候変動と大西洋数十年規模の振動
80	海藻群落	CO ₂ 湧出域(移植実験)	2019	Biogenic habitat shifts under long-term ocean acidification show nonlinear community responses and unbalanced functions of associated invertebrates.	長期的な海洋酸性化の条件下での生物起源の生息地の変化は、非線形の群集応答と関連する無脊椎動物の不均衡な機能を示している
81	植物プランクトン、微生物群集	海藻生態系(ケルプ林)	2019	Kelp beds and their local effects on seawater chemistry, productivity, and microbial communities	ケルプベッドと海水化学、生産性、微生物群集へのそれらの局所的影響
82	ホタテガイ	湧昇域	2019	Physiological responses of juvenile Chilean scallops (<i>Argopecten purpuratus</i>) to isolated and combined environmental drivers of coastal upwelling.	沿岸湧昇の孤立および複合環境要因に対するチリ産ホタテ幼貝 (<i>Argopecten purpuratus</i>) の生理的反応
83	イソギンチャク目	CO ₂ ベント	2019	Ocean acidification at a coastal CO ₂ vent induces expression of stress-related transcripts and transposable elements in the sea anemone <i>Anemonia viridis</i>	沿岸のCO ₂ 噴出孔における海洋酸性化は、イソギンチャク <i>Anemonia viridis</i> におけるストレス関連転写産物および転移因子の発現を誘導する
84	海藻群落	CO ₂ 湧出域	2019	Validation of carbon isotope fractionation in algal lipids as a pCO ₂ proxy using a natural CO ₂ seep (Shikine Island, Japan)	自然CO ₂ 湧出域を用いたpCO ₂ プロキシとしての藻類脂質中の炭素同位体分別の検証(日本、式根島)
85	植物プランクトン、動物プランクトン、海藻群落	CO ₂ ベント	2019	A unique temperate rocky coastal hydrothermal vent system (Whakaari–White Island, Bay of Plenty, New Zealand): constraints for ocean acidification studies.	ユニークな温帯の岩礁性沿岸熱水噴出孔システム(ニュージーランド、ベイ・オブ・プレンティ、ファッカーリ・ホワイティ島): 海洋酸性化研究の制約
86	条鰭綱	CO ₂ ベント	2020	Changes in fish communities due to benthic habitat shifts under ocean acidification conditions	海洋酸性化条件下での底生生息地の変化による魚類群集の変化
87	条鰭綱	CO ₂ ベント	2020	Fish assemblages cope with ocean acidification in a shallow volcanic CO ₂ vent benefiting from an adjacent recovery area	隣接する回復地域の恩恵を受け、浅海火山性CO ₂ ベントにおける海洋酸性化に対処する魚類群集
88	海草群落	CO ₂ ベント	2020	Resistance of seagrass habitats to ocean acidification via altered interactions in a tri-trophic chain	三栄養連鎖における相互作用の変化を介した海洋酸性化に対する海草生息地の耐性
89	ウニ目	CO ₂ ベント	2020	Responses of sea urchin larvae to field and laboratory acidification	野外および実験室の酸性化に対するウニ幼生の反応
90	腹足綱(浮遊性)	外洋域(海盆)	2020	Determining how biotic and abiotic variables affect the shell condition and parameters of <i>Heliconoides inflatus</i> pteropods from a sediment trap in the Cariaco Basin	カリオカ盆地のセジメント・トラップから翼足類 <i>Heliconoides inflatus</i> の殻の条件とパラメータに及ぼす生物学的および非生物学的変数の影響の定量
91	腹足綱(浮遊性)	沿岸域	2020	Relationship between shell integrity of pelagic gastropods and carbonate chemistry parameters at a Scottish Coastal Observatory monitoring site	スコットランド沿岸観測監視サイトにおける浮遊性腹足類の殻の完全性と炭酸塩化学パラメータの関係
92	イガイ類	沿岸域 岩礁性潮間帯	2020	Biogeography of ocean acidification: Differential field performance of transplanted mussels to upwelling-driven variation in carbonate chemistry.	海洋酸性化の生物地理学: 湧昇で駆動される炭酸塩の変動に対する移植イガイの生態的パフォーマンスの地点間の差
93	カイアシ亜綱	湧昇域	2020	Diel vertical migration into anoxic and high-pCO ₂ waters: acoustic and net-based krill observations in the Humboldt Current	無酸素水および高pCO ₂ 水へのオキアミの日周鉛直移動: フンボルト海流における音響およびネット採集による観測
94	十脚目	沿岸域	2020	Exoskeleton dissolution with mechanoreceptor damage in larval Dungeness crab related to severity of	ダンジネスクラブ幼生の機械受容器の損傷を伴う外骨格溶解と現在の海洋酸性化(鉛直勾配)との関係

No.	生物分類群	生息域	年度	タイトル (英文)	タイトル (和訳)
				present-day ocean acidification vertical gradients	
95	イシサンゴ目、ヒドロ虫綱	海山	2020	Distribution of deep-water scleractinian and stylasterid corals across abiotic environmental gradients on three seamounts in the Anegada Passage.	アネガダ海峡の3海山の非生物的環境勾配を横切る深海のイシサンゴ類とサンゴモドキ類の分布
96	冷水サンゴ、海綿動物、棘皮動物門、条鰭綱などの9指標分類群	海山	2020	Rapid deep ocean deoxygenation and acidification threaten life on Northeast Pacific seamounts.	北東太平洋の海山の生命を脅かす急速な深海の貧酸素化と酸性化
97	イシサンゴ目	サンゴ礁域(移植実験)	2021	Simplification, not “tropicalization”, of temperate marine ecosystems under ocean warming and acidification	海洋温暖化と酸性化の下での温帯海洋生態系の「熱帯化」ではなく単純化
98	紅藻綱(サンゴモ類)、ウニ目	CO ₂ ベント	2021	Volcanic CO ₂ seep geochemistry and use in understanding ocean acidification	火山性 CO ₂ の湧出地球化学と海洋酸性化の理解への利用
99	有孔虫綱(浮遊性)、腹足綱(浮遊性)	高緯度(北極圏)	2021	Planktic Foraminiferal and Pteropod Contributions to Carbon Dynamics in the Arctic Ocean (North Svalbard Margin)	北極海 (北スバルバルマージン) における炭素動態への浮遊性有孔虫類および翼足類の寄与
100	海草群落	CO ₂ ベント	2021	Ocean Acidification and Mollusc Settlement in Posidonia oceanica Meadows: Does the Seagrass Buffer Lower pH Effects at CO ₂ Vents?	Posidonia oceanica 群落における海洋酸性化と軟体動物の定着: 海草緩衝液は CO ₂ ベントでの低 pH の影響を緩和するか?
101	腹足綱(浮遊性)	高緯度(北極圏)	2021	Integrated Assessment of Ocean Acidification Risks to Pteropods in the Northern High Latitudes: Regional Comparison of Exposure, Sensitivity and Adaptive Capacity	北半球の高緯度における翼足類に対する海洋酸性化リスクの統合評価: 曝露、感度および適応能力の地域比較
102	腹足綱(浮遊性)	河口域	2021	Severe biological effects under present-day estuarine acidification in the seasonally variable Salish Sea	季節変動するサリッシュ海における現在の河口域の酸性化の条件下における深刻な生物学的影響
103	底生生物群集	CO ₂ ベント	2021	Heterogeneity around CO ₂ vents obscures the effects of ocean acidification on shallow reef communities	CO ₂ 噴出孔周辺の不均一性は、浅いサンゴ礁群集に対する海洋酸性化の影響を覆い隠す
104	イガイ	沿岸域	2021	Shell mineralogy of a foundational marine species, Mytilus californianus, over half a century in a changing ocean	変化する海での半世紀以上にわたる、基本的な海洋種である Mytilus californianus の貝殻鉱物学
105	ウニ目 条鰭綱	CO ₂ ベント、藻場	2021	Ocean acidification may slow the pace of tropicalization of temperate fish communities	海洋酸性化は、温帯の魚類群集の熱帯化のペースを遅らせる可能性がある
106	ヒトデ目	CO ₂ ベント	2021	Effects of ocean acidification on acid-base physiology, skeleton properties, and metal contamination in two echinoderms from vent sites in Deception Island, Antarctica	南極のデセプション島の噴出孔サイトからの2種の棘皮動物における酸塩基生理学、骨格特性、および金属汚染に対する海洋酸性化の影響
107	条鰭綱	CO ₂ ベント	2021	Positive species interactions strengthen in a high-CO ₂ ocean	高 CO ₂ の海洋における種の相互作用の強化
108	ヒドロ虫綱	CO ₂ ベント	2021	Epiphytic hydroids on Posidonia oceanica seagrass meadows are winner organisms under future ocean acidification conditions: evidence from a CO ₂ vent system (Ischia Island, Italy)	海草 Posidonia oceanica の群落の葉状付着ヒドロ虫類は、将来の海洋酸性化条件下で勝者となる生物である: CO ₂ 噴出孔システムからの証拠 (イタリア、イスキア島)
109	海藻群落	CO ₂ 湧出域	2021	Feedback mechanisms stabilise degraded turf algal systems at a CO ₂ seep site	フィードバックメカニズムは、CO ₂ 湧出サイトで劣化した芝状藻類システムを安定させる
110	海藻群落	CO ₂ 湧出域(移植実験)	2021	Ocean acidification locks algal communities in a species-poor early successional stage	海洋酸性化は、種の少ない初期の連続段階で藻類群集をロックする
111	冷水サンゴ	フィヨルド	2021	Cold-Water Coral Reefs in the Langesund Fjord, Southwestern Norway—A Window into Future Environmental Change	ノルウェー南西部、Langesund フィヨルドの冷水サンゴ礁—将来の環境変化への窓

No.	生物分類群	生息域	年度	タイトル (英文)	タイトル (和訳)
112	イシサンゴ目	サンゴ礁域	2021	Skeletal growth response of Porites coral to long-term ocean warming and acidification in the South China Sea	南シナ海の長期的な海洋温暖化と酸性化に対するハマサンゴ類の骨格成長応答
113	底生生物群集	サンゴ礁域(移植実験)	2021	Potential local adaptation of corals at acidified and warmed Nikko Bay, Palau	パラオの酸性化および温暖化された Nikko 湾でのサンゴの潜在的な局所適応
114	サンゴ礁群集	サンゴ礁域	2021	The Bouraké semi-enclosed lagoon (New Caledonia) – a natural laboratory to study the lifelong adaptation of a coral reef ecosystem to extreme environmental conditions	Bouraké 半閉鎖ラグーン (ニューカレドニア) –サンゴ礁生態系の極限環境条件への生涯にわたる適応を研究するための自然実験室
115	海草群落	サンゴ礁域	2021	Pacific-wide pH snapshots reveal that high coral cover correlates with low, but variable pH	太平洋全体の pH スナップショットは、高いサンゴ被度が低いが変動する pH と関連していることを示す
116	イシサンゴ目	CO ₂ ベント (移植実験)	2021	Decreasing pH impairs sexual reproduction in a Mediterranean coral transplanted at a CO ₂ vent	pH の低下は CO ₂ 噴出孔に移植された地中海のサンゴの有性生殖を損傷する
117	ザルガイ	CO ₂ 湧出域	2021	Ervilia castanea (Mollusca, Bivalvia) populations adversely affected at CO ₂ seeps in the North Atlantic,	北大西洋の CO ₂ 湧出域で悪影響を受けた <i>Ervilia castanea</i> (軟体動物、二枚貝) の個体群
118	条鰭綱	CO ₂ ベント	2021	Boosted fish abundance associated with Posidonia oceanica meadows in temperate shallow CO ₂ vents	温帯の浅海 CO ₂ 噴出孔における <i>Posidonia oceanica</i> 群落に関連する魚類の出現量の増加
119	条鰭綱	CO ₂ ベント	2021	Evidences on alterations in skeleton composition and mineralization in a site-attached fish under naturally acidified conditions in a shallow CO ₂ vent	浅海 CO ₂ 噴出孔の自然酸性化条件下におけるサイトに付随する魚類の骨格組成と無機化の変化に関する証拠
120	腹足綱(底生性)	沿岸域	2021	Tracking coastal acidification from erosion of gastropod shells: spatial sensitivity and organism size effect	腹足類の殻の侵食による沿岸酸性化の追跡：空間感度と生物サイズ効果
121	条鰭綱	CO ₂ ベント	2021	Ocean acidification boosts reproduction in fish via indirect effects	海洋酸性化は、間接的な影響を介して魚類の繁殖を促進する
122	腹足綱(浮遊性)	高緯度 (北極圏)	2021	Biological Impact of Ocean Acidification in the Canadian Arctic: Widespread Severe Pteropod Shell Dissolution in Amundsen Gulf	カナダの北極圏における海洋酸性化の生物学的影響：アムンゼン湾における広範囲にわたる重度の翼足類の殻の溶解
123	有孔虫綱(浮遊性)、腹足綱(浮遊性)	高緯度 (北極圏)	2021	Shell density of planktonic foraminifera and pteropod species <i>Limacina helicina</i> in the Barents Sea: Relation to ontogeny and water chemistry	バレンツ海における浮遊性有孔虫とミジンウキマイマイの殻密度：個体発生と海水化学との関係
124	無脊椎動物	CO ₂ 湧出域	2021	Effects of low pH on the coral reef cryptic invertebrate communities near CO ₂ vents in Papua New Guinea	パプアニューギニアの CO ₂ 噴出孔付近のサンゴ礁の隠蔽無脊椎動物群集に対する低 pH の影響
125	イシサンゴ類目	CO ₂ 湧出域	2021	Coral micro- and macro-morphological skeletal properties in response to life-long acclimatization at CO ₂ vents in Papua New Guinea	パプアニューギニアの CO ₂ 噴出孔での生涯順化に応じたサンゴのマイクロおよびマクロ形態学的骨格特性
126	海草群落	沿岸域	2021	Coast-wide evidence of low pH amelioration by seagrass ecosystems	海草生態系による低 pH 改善の沿岸全体の証拠
127	ホタテガイ、イガイ	湧昇域(フンボルト海流)	2021	Carbonate chemistry dynamics in shellfish farming areas along the Chilean coast: natural ranges and biological implications	チリ沿岸の貝類養殖場における炭酸塩化学の動態：自然の範囲と生物学的意味
128	微生物群集	CO ₂ ベント	2021	Dichotomy between Regulation of Coral Bacterial Communities and Calcification Physiology under Ocean Acidification Conditions	海洋酸性化条件下でのサンゴ細菌群集の調節と石灰化生理学との間の二分法
129	プランクトン群集、微生物群集、緑藻綱、独立・従属栄養微小動	フィヨルド	2021	Extreme Levels of Ocean Acidification Restructure the Plankton Community and Biogeochemistry of a Temperate Coastal Ecosystem: A Mesocosm Study	極端なレベルの海洋酸性化は、温帯沿岸生態系のプランクトン群集と生物地球化学を再構築する：メソコズム研究

No.	生物分類群	生息域	年度	タイトル (英文)	タイトル (和訳)
	物プランクトン、カイアシ亜綱、尾索類、ヒドロ虫綱、条鰭綱、腹足綱(底生性)				
130	イガイ	沿岸域	2021	A century of coping with environmental and ecological changes via compensatory biomineralization in mussels	イガイ類の代償的生物無機化を介して環境と生態系の変化に対処する 1 世紀
131	珪藻綱、海藻群落	CO ₂ 湧出域	2021	Ocean acidification increases phytobenthic carbon fixation and export in a warm-temperate system	海洋酸性化は、温帯系での底生藻類の炭素の固定と輸送を増加させる
132	該当なし	沿岸域	2021	Ecosystem Metabolism Modulates the Dynamics of Hypoxia and Acidification Across Temperate Coastal Habitat Types	生態系代謝は、温帯沿岸生息地タイプ全体の低酸素と酸性化のダイナミクスを調節する
133	動物プランクトン	沿岸域	2021	Comparative Sensitivities of Zooplankton to Ocean Acidification Conditions in Experimental and Natural Settings	実験的および自然環境における動物プランクトンの海洋酸性化条件に対する感度の比較
134	無脊椎動物	CO ₂ 湧出域	2022	Decreased Diversity and Abundance of Marine Invertebrates at CO ₂ Seeps in Warm-Temperate Japan	温暖温帯日本における CO ₂ 湧出域における海産無脊椎動物の多様性と豊富性の減少

表3 生息域別文献数

区分	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
CO ₂ ベント/CO ₂ 湧出域	2	3	2	2	4	4	9	15	4	7	3	9	12	76
CO ₂ ベント/CO ₂ 湧出域（移植実験）					1	1				1	1		2	6
サンゴ礁域						1	1	1			1		3	7
サンゴ礁域（移植実験）													2	2
沿岸域								1		1		3	6	11
潮間帯					1									1
河口域													1	1
湧昇域		1		1		2	1	1		1	2	1	1	11
外洋域（海山）												2		2
外洋域（海盆）							1					1		2
高緯度域（北極）					1			1					4	6
高緯度域（南極）										1				1
フィヨルド													2	2
その他					1			2		1	2			6
	2	4	2	3	8	8	12	21	4	12	9	16	33	134

表4（1） 生物分類群別文献数

門	綱	生物分類群名	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
有孔虫門	有孔虫綱	有孔虫綱（底生性）										2				2
		有孔虫綱（浮遊性）													2	2
海綿動物門	-	海綿動物門												1		1
刺胞動物門	ヒドロ虫綱	ヒドロ虫綱													1	1
	花虫綱	イシサンゴ目		1					1	1		1	1		4	9
		イソギンチャク目				1							1			2
		冷水サンゴ												1	1	2
軟体動物門	腹足綱	腹足綱（底生性）						1	1	1		1			2	6
		腹足綱（浮遊性）				1		1	1	1			1	1	5	11
	二枚貝綱	イガイ、ザルガイ、ホタテガイ								2			1	1	5	9
環形動物門	多毛綱	多毛綱					1	1	2	2						6
節足動物門	顎脚綱	フジツボ科、カイアシ亜綱					1			2			2		1	6
	軟甲綱	等脚目、十脚目								1				1		2
外肛動物門	-	コケムシ目		2												2
棘皮動物門	ヒトデ綱	ヒトデ目													1	1
	ウニ綱	ウニ目	1				2			3				1	4	11
	-	棘皮動物門												1		1
オクロ植物門	珪藻綱	珪藻綱											1		1	2
ハプト植物門	ハプト藻綱	円石藻目						1								1
脊椎動物門	条鰭綱	条鰭綱								3				3	5	11

※生物分類群に分類できない論文は除く

表4（2） 生物群集別文献数

生物群集	2008	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	合計
微生物群集							2	1			1		1	5
海草群落		1	1			1		1	1			1	2	8
海藻群落		1		1	1	1					3		2	9
紅藻綱(サンゴモ類)	1				1		2	1					1	6
サンゴ礁群集			1		1	2	2	1		2	1		2	12
微細藻類群集(付着植物)					1									1
石灰質海草付着生物	1													1
潮間帯・潮下帯群集										1				1
底生生物群集		2					1	1		4			3	11
無脊椎動物		1	1			1			2				1	6

※生物群集に分類できない論文は除く。