

郵政省 電通研究所 音声研究室 鈴木誠史 中津井護

東京医歯大 衛生学教室 柴本一郎 公衆衛生学教室 真野喜博

はじめに 海中居住のような高圧環境下では、生理的な必要性からヘリウムを主成分とした酸素・窒素（含有しないときもある）の混合気体が雰囲気ガスとして用いられる。ところが、このような環境で発声された音声（以下ヘリウム音声）は、通常の音声からでは想像もできないようにひずみ、条件によっては全く了解できなくなる。海中の音声通信を確保することは、アフアノートの安全のため、能率よく作業をすすめるため、手大に生理的な平静さを得るために必要である。しかし、ヘリウム音声の発声の機構、物理的特徴、ききとりに及ぼす影響などすべての面に未知の問題が多い。ここでは、日本語のヘリウム音声のききとりの性質*の一つとして、海面下30m相当の模擬海中居住実験で収録した単音節の明りょう度試験の結果について考察する。なお本実験のヘリウム空気の組成はヘリウム62.5%、酸素7.5%、窒素30%である。

音声資料 1970年12月8~11日にわたって船上減圧室を使用して行われた模擬居住期間中と、実験の前後の毎日定時に3人のアフアノートによってCD音節表**が読まれた。CD音節表は無作為に配列された67の単音節からなり、各人が1回に1表ずつ発声し、高忠実度マイクと録音機により収録した。この音節表は録音編集により発声間隔の調整（2~3秒間隔）と音節の順序の変更を行なった後に7人の成人男子試聴者（明りょう度試験に熟練した研究者、音声研究者）に片耳受話器DR305を通じて提示された。なお、音量は各試聴者が自由に調整した。また各試聴表は練習効果が相殺されるように配列された。

明りょう度居住実験中とその前後の音節明りょう度（正しくききとられた音節数/提示した音節数）と各表ごとの明りょう度の標準偏差を表1に示す

表1 居住実験期間中とその前後における音節明りょう度

	正常の音声 (%)			ヘリウム音声 (居住中の音声) (%)				
	居住前	居住後	平均	第1日	第2日	第3日	第4日	平均
CD音節明りょう度	95.9	96.2	96.1	84.8	84.9	85.3	90.1	86.6
標準偏差*	2.21	2.39	2.38	4.04	4.09	4.84	3.14	4.74

* 21表の明りょう度から算出された。

各明りょう度は67×3×7=1407音節から算出された。

表2に、この明りょう度試験を構成する各要因についての分散分析の結果を示す。ここで要因としては、読者、試聴者、日々変化、表とこれらの相互効果である。

表1, 2の結果から、大気圧

*ヘリウム音声の物理的性質は(1)で報告される。

**Cは子音音素、Vは母音音素、音節表には母音も含まれる。

表2 明りょう度試験の諸因子についての分散分析

因子	正常の音声		ヘリウム音声	
	自由度	有意	自由度	有意
A. 読者	2	**	2	-
B. 試聴者	6	-	6	**
C. 日々変化	1	-	3	**
D. 表	2	-	2	-
A×C**	2	-	6	*

* 5%, ** 1%の有意水準を越す。

**3. 他の因子の相互効果はすべて有意ではなかった。

のヘリウム音声のCD音節明りょう度が約10%低下すること、また居住期間中に明りょう度が上昇し、これは統計的にも有意であること(話者の話し方に対する適応調整と考えられる)が示された。居住実験の直前と直後には差がなく、明りょう性に関しては大気中に居ると同時に回復することを示している。

非常に興味深い莫は、正常な音声では話者に有意差があるが、ヘリウム音声ではこれがなくなり、試聴者に有意差が生じている。この実験では一般の明りょう度試験と異なり、話者が訓練されていない。したがって話者の話し方の差がそのまま正常な音声では評価されたが、極めて異常な感じのするヘリウム音声では画一的にきかれたものと思われる。一方、ヘリウム音声のききとりに関して試聴者の受けとり方に差が生じたものと解することができる。

ヘリウム音声の異聴 この実験ではヘリウム音声の明りょう度が比較的に高いため母音の誤りは少なく、正解率は99.5%であった。したがって母音の異聴の特徴を知ることは困難であるが、母音 /o/ を /a/ と誤る例がやや目立った。これはヘリウム空気の音速が大気中の音声の約1.6倍であったことから理解できる。子音の異聴を表3に示す。/t/, /m/, /n/ などが入りやすくなること、/t/, /m/, /p/ に誤りが多く、誤りの少ない音素は半母音 /w/, /y/ とまじつ音 /z/, /s/ である。/w/, /y/, /z/ は比較的に長いめたりを持ち、/s/ は無声子音の中ではもっとも定常的な雑音成分をもつ音素である。/t/, /m/, /p/ は有聲はれつ音、び音、無声はれつ音の中でそれぞれ調音莫が前(front)で、物理的な特徴としてはその後続母音の低次のホルマント(声道の共振周波数)の変化が低い方から高い方に急激に起こる莫が共通している。

英語の実験では、/t/, /n/, /r/, /k/ の順に他の音素からの誤りが多いこと、/w/, /θ/, /z/, /ts/ などに入りが多いたことが報告されている。/t/, /n/ は日本語と共通の傾向があるが、/w/ では反対の結果が得られている。日本語と英語では音素の結合の仕方に大きな差があり、簡単に比較はできない。今後物理的な性質とヘリウム音声の異聴の関係の分析がすすめば、英語と日本語の差異も説明できよう。今後は、さらにひずみの大きいヘリウム音声の分析と物理的な量との関係について研究をすすめる予定である。

表3 子音音素(4 ata 下のヘリウム音声)の異聴

ききとられた音素

音素	VOW	W	L	Y	B	D	G	Z	M	N	P	T	K	S	H	X*	SUM	STIM.
VOWEL			4		3		2		1	1	6	2			9	1	29	420
W					1												1	84
L	1	1			20	5	3	2		3							35	399
Y																1	1	252
B	2	8	69			29	15	2	12	1	1				2	1	142	420
D			15		12		8	4				2					41	252
G		1	6		5	1		24					7			1	45	420
Z			3			1						2		6		1	13	420
M	1		32							65							98	420
N			41				1		22								64	420
P	7		1			1											98	420
T*											10		11	17	1		39	420
K											4	12		1	14		31	420
S											1	3			4		10	441
H**	10								1	1	7	5	5	36			62	420
SUM	21	10	171		42	37	29	30	36	71	31	53	33	64	74	5	708	5628

*: [ts], **: [f] を含む。*: ききとれなかつた音素。正しくききとられた音素は記していない。

U) 中津井 他: 高圧ヘリウム環境における音声のひずみ, 第6回日本高圧環境医学会総会, A-16, 1971