

表4 5地域の骨密度 (g/cm<sup>3</sup>)の比較

地域	地域A	地域B	地域C	地域D	地域E	全地域
全年齢層	0.437, 0.447 (レンジ 0.215-0.624)	0.411**, 0.414 (0.226-0.581)	0.431, 0.439 (0.231-0.644)	0.443, 0.444 (0.210-0.623)	0.406**, 0.408 (0.185-0.680)	0.421, 0.424 (0.185-0.680)
前閉経期 (41-48 歳)	0.501, 0.507	0.479, 0.486	0.492, 0.492	0.481, 0.477	0.483, 0.479	0.486, 0.483
閉経期 (49-55 歳)	0.472, 0.476	0.459, 0.465	0.477, 0.475	0.456, 0.458	0.457, 0.467	0.463, 0.469
閉経後早期 (56-65 歳)	0.421, 0.427	0.387*, 0.383	0.395, 0.395	0.400, 0.406	0.379**, 0.375	0.390, 0.385
閉経後晩期 (66-75 歳)	0.370, 0.377	0.344, 0.349	0.354, 0.362	0.336, 0.348	0.335, 0.330	0.346, 0.344

値は、算術平均と中央値で表す。

\*; 地域Aと比較して有意差あり (p<0.05)

\*\*; 地域Aと比較して有意差あり (p<0.01)

表5 調査5地域の若年成人平均骨密度の80%以下の被験者の割合

地域	地域A		地域B		地域C		地域D		地域E		全地域		p-value ( $\chi^2$ test)	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%		
全年齢層	Total	175	100.0	191	100.0	188	100.0	186	100.0	503	100.0	1243	100.0	<b>0.03</b>
	80% $\leq$	132	75.4	124	64.9	134	71.3	153	82.3	295	58.6	838	67.4	
	<80%	43	24.6	67	35.1	54	28.7	33	17.7	208	41.4	405	32.6	
閉経前期 (41-48 歳)	Total	31	100.0	31	100.0	48	100.0	68	100.0	83	100.0	261	100.0	0.873
	80% $\leq$	31	100.0	30	96.8	47	97.9	67	98.5	82	98.8	257	98.5	
	<80%	0	0.0	1	3.2	1	2.1	1	1.5	1	1.2	4	1.5	
閉経期 (49-55 歳)	Total	49	100.0	55	100.0	46	100.0	57	100.0	112	100.0	319	100.0	0.530
	80% $\leq$	45	91.8	49	89.1	43	93.5	50	87.7	95	84.8	282	88.4	
	<80%	4	8.2	6	10.9	3	6.5	7	12.3	17	15.2	37	11.6	
閉経後早期 (56-65 歳)	Total	51	100.0	53	100.0	55	100.0	48	100.0	190	100.0	397	100.0	<b>0.009</b>
	80% $\leq$	35	68.6	28	52.8	30	54.5	31	64.6	84	44.2	208	52.4	
	<80%	16	31.4	25	<b>47.2</b>	25	45.5	17	35.4	106	<b>55.8</b>	189	47.6	
閉経後晩期 (66-75 歳)	Total	43	100.0	51	100.0	37	100.0	11	100.0	106	100.0	248	100.0	0.093
	80% $\leq$	20	46.5	17	33.3	13	35.1	3	27.3	25	23.6	78	31.5	
	<80%	23	53.5	34	66.7	24	64.9	8	72.7	81	76.4	170	68.5	

表 6 . 尿中Cdと閉経年齢による被験者集団の分類

年齢階層	尿中カドミウム濃度 (μg/g cr.)				All
	<2.5	≥2.5, <3.5	≥3.5, <5.0	≥5.0	
全年齢層	323	272	321	327	1243
人数					
平均年齢±標準偏差	51.9±10.1	55.1±8.8*	58.6±8.4*	60.1±8.1*	56.5±9.4
最高年齢	76	76	78	75	78
最低年齢	30	32	36	36	30
血清LH濃度	18.2±14.8	20.5±13.1	23.0±13.1	22.8±11.6	21.2±13.3
前閉経期 (41-48 歳)					
人数	97	56	35	30	218
平均年齢±標準偏差	45.0±2.2	45.0±2.3	45.5±2.4	45.1±2.4	45.1±2.3
血清LH濃度	9.7±11.7	8.7±11.8	9.5±15.8	8.7±10.1	9.3±12.2
閉経期 (49-55 歳)					
人数	80	88	82	69	319
平均年齢±標準偏差	51.8±1.9	52.0±1.8	51.9±1.7	52.7±2.0*	52.1±1.9
血清LH濃度	27.4±17.1	24.2±13.7	26.6±15.7	26.2±12.1	26.0±14.8
閉経後早期 (56-65 歳)					
人数	68	77	123	129	397
平均年齢±標準偏差	60.8±2.7	60.9±2.9	61.2±2.8	61.1±2.9	61.1±2.8
血清LH濃度	23.5±8.9	25.6±10.0	26.1±9.9	25.5±11.0	25.4±10.1
閉経後晚期 (66-75 歳)					
人数	38	40	73	97	248
平均年齢±標準偏差	68.9±2.2	68.5±2.6	68.7±2.2	68.9±2.5	68.8±2.4
血清LH濃度	24.0±10.3	20.9±7.6	21.7±7.1	21.7±8.4	21.9±8.3

年齢および血清 LH (mIU/ml) は、算術平均と標準偏差で示す。

\*; 多重比較により尿中 Cd 濃度 2.5 μg/g cr 未満群と統計学的有意差あり (p<0.05)

表 7. 血中Cd 濃度(µg/L) and 尿中Cd 濃度 (µg/g cr.) の平均値

年齢階層	尿中カドミウム濃度 (µg/g cr.)					回帰係数
	<2.5	≥2.5, <3.5	≥3.5, <5.0	≥5.0	All	
血中Cd 濃度 全年齢層	1.72 (1.94) (レンジ 0.62-7.47)	2.33 (1.69)* (ND-7.89)	2.71 (1.78)* (ND-8.69)	3.75 (1.62)* (0.92-13.07)	2.54 (1.89) (ND-13.07)	0.394**
前閉経期 (41-48 歳)	1.57 (1.94)	2.21 (1.67)*	3.58 (1.58)*	4.45 (1.61)*	2.26 (2.00)	0.590**
閉経期(49-55 歳)	1.72 (1.97)	2.22 (1.80)*	2.54 (1.70)*	3.42 (1.54)*	2.37 (1.85)	0.348**
閉経後早期 (56-65 歳)	1.85 (2.00)	2.42 (1.59)*	2.67 (1.71)*	3.62 (1.66)*	2.72 (1.81)	0.337**
閉経後晩期 (66-75 歳)	2.12 (1.72)	2.50 (1.69)	2.56 (2.04)	4.02 (1.58)*	2.96 (1.85)	0.369**
尿中Cd 濃度 全年齢層	1.66 (1.46) (レンジ ND-2.50)	2.98 (1.10)* (2.50-3.50)	4.17 (1.10)* (3.50-4.98)	6.75 (1.29)* (5.01-27.26)	3.46 (1.78) (ND-27.26)	-
前閉経期 (41-48 歳)	1.57 (1.45)	3.02 (1.09)*	4.21 (1.11)*	6.67 (1.32)*	2.66 (1.81)	-
閉経期(49-55 歳)	1.67 (1.37)	2.97 (1.11)*	4.11 (1.11)*	6.49 (1.24)*	3.31 (1.68)	-
閉経後早期 (56-65 歳)	1.66 (1.60)	2.94 (1.10)*	4.18 (1.10)*	6.78 (1.31)*	3.90 (1.74)	-
閉経後晩期 (66-75 歳)	1.86 (1.34)	3.03 (1.10)*	4.17 (1.11)*	6.97 (1.30)*	4.28 (1.67)	-

値は、幾何平均値(幾何標準偏差)で表す。

ND; 検出下限以下

\*; 多重比較により尿中Cd 濃度 2.5µg/gcr 未満群と統計学的有意差あり(p<0.05)

\*\*; 単回帰係数が有意の差あり (p<0.05).

表8 尿中 Cd濃度による被験者分類の骨密度 (g/cm<sup>3</sup>)比較

年齢階層	尿中カドミウム濃度 (µg/g cr.)					回帰係数
	<2.5	≥2.5, <3.5	≥3.5, <5.0	≥5.0	All	
全年齢層 (レンジ 0.185-0.623)	0.449 (0.078)	0.430 (0.077)* (0.213-0.624)	0.412 (0.083)* (0.210-0.644)	0.392 (0.086)* (0.219-0.680)	0.421 (0.084) (0.185-0.680)	-0.011**
前閉経期 (41-48 歳)	0.489 (0.051)	0.484 (0.051)	0.495 (0.050)	0.490 (0.052)	0.489 (0.051)	0.001
閉経期 (49-55 歳)	0.466 (0.064)	0.455 (0.063)	0.470 (0.065)	0.460 (0.075)	0.463 (0.066)	0.000
閉経後早期 (56-65 歳)	0.407 (0.078)	0.399 (0.072)	0.388 (0.063)	0.378 (0.070)*	0.390 (0.070)	-0.006**
閉経後晩期 (66-75 歳)	0.362 (0.073)	0.359 (0.069)	0.349 (0.068)	0.332 (0.062)*	0.346 (0.067)	-0.006**

値は、算術平均値(標準偏差)

\*; 多重比較により尿中 Cd 濃度2.5µg/gcr未満群と統計学的有意差あり (p<0.05)

\*\* ; 単回帰係数が有意の差あり (p<0.05).

表9 尿中Cd濃度による被験者分類のBMI比較

年齢階層	尿中カドミウム濃度 (µg/g cr.)					回帰係数
	<2.5	≥2.5, <3.5	≥3.5, <5.0	≥5.0	All	
全年齢層 (レンジ 16.8-34.9)	23.9 (3.5)	23.7 (3.0) (17.3-32.8)	23.7 (3.3) (15.7-41.5)	23.6 (3.2) (15.7-36.7)	23.7 (3.3) (15.7-41.5)	-0.042
前閉経期 (41-48 歳)	23.7 (3.3)	23.1 (3.1)	22.6 (3.0)	23.5 (3.1)	23.3 (3.2)	-0.033
閉経期(49-55 歳)	23.6 (3.3)	23.1 (3.0)	23.8 (4.1)	24.0 (3.1)	23.6 (3.4)	0.114
閉経後早期 (56-65 歳)	24.5 (3.5)	24.3 (2.8)	23.8 (3.1)	23.5 (3.2)	23.9 (3.2)	-0.205**
閉経後晚期 (66-75 歳)	25.1 (3.1)	24.7 (3.1)	24.1 (2.9)	23.6 (3.3)	24.2 (3.2)	-0.289**

値は、算術平均と標準偏差でします。

\*\*：単回帰係数が有意の差あり (p<0.05)。

表10 尿中Cd濃度による被験者分類の握力の比較

年齢階層	尿中カドミウム濃度 (µg/g cr.)					回帰係数
	<2.5	≥2.5, <3.5	≥3.5, <5.0	≥5.0	All	
全年齢層 (レンジ 10.0-47.0)	27.6 (5.0)	27.0 (4.9) (12.0-41.0)	25.8 (4.9)* (6.0-42.0)	25.2 (4.6)* (8.5-43.5)	26.4 (4.9) (6.0-47.0)	-0.497**
前閉経期 (41-48 歳)	30.1 (4.5)	29.8 (4.6)	30.1 (3.9)	28.8 (4.7)	29.9 (4.5)	-0.251
閉経期 (49-55 歳)	27.9 (4.6)	27.6 (4.5)	27.1 (4.2)	26.5 (4.1)	27.3 (4.4)	-0.301**
閉経後早期 (56-65 歳)	26.1 (4.4)	26.6 (4.3)	25.4 (4.5)	25.0 (4.2)	25.6 (4.4)	-0.270
閉経後晩期 (66-75 歳)	23.1 (5.0)	22.9 (4.6)	22.9 (4.4)	23.4 (4.4)	23.1 (4.5)	0.054

値は、幾何平均値(幾何標準偏差)を示す。

\*; 多重比較により尿中 Cd 濃度2.5µg/gcr未満群と統計学的有意差あり (p<0.05)

\*\*; 単回帰係数が有意の差あり (p<0.05).

表11 尿中Cd濃度による被験者分類の尿中 $\alpha$ 1MG/Cr濃度と尿中 $\beta$ 2MG/Cr濃度

年齢階層	尿中カドミウム濃度 ( $\mu\text{g/g cr.}$ )					回帰係数
	<2.5	$\geq 2.5, <3.5$	$\geq 3.5, <5.0$	$\geq 5.0$	All	
尿中 $\alpha$ 1MG/Cr 全年齢層	3.68 (1.95) (range ND-30.72)	4.39 (1.91)* (ND-19.35)	5.17 (1.93)* (ND-37.33)	5.74 (1.94)* (0.86-56.04)	4.70 (1.97) (ND-56.04)	0.403**
前閉経期 (41-48 歳)	3.07 (1.78)	3.52 (1.88)	3.04 (1.84)	3.44 (1.59)	3.23 (1.79)	0.047
閉経期 (49-55 歳)	4.05 (1.95)	4.15 (1.85)	4.32 (1.73)	4.82 (1.96)	4.30 (1.87)	0.166**
閉経後早期 (56-65 歳)	4.47 (1.85)	4.89 (1.85)	5.63 (1.86)*	5.87 (1.86)*	5.34 (1.87)	0.279
閉経後晩期 (66-75 歳)	5.30 (1.85)	6.28 (1.91)	7.01 (1.89)*	7.48 (1.89)*	6.76 (1.90)	0.403
尿中 $\beta$ 2MG/Cr 全年齢層	118.5 (1.93) (range ND-1,235.77)	133.5 (2.11) (ND-1,555.56)	153.3 (2.39)* (ND-9,352.03)	187.9 (2.43)* (ND-5,911.11)	146.7 (2.26) (ND-9,352.03)	13.840**
前閉経期 (41-48 歳)	101.9 (1.84)	112.2 (2.06)	99.7 (1.85)	114.0 (1.84)	105.7 (1.90)	1.749
閉経期 (49-55 歳)	126.6 (1.81)	131.6 (2.07)	123.0 (1.93)	159.8 (2.09)	133.6 (1.98)	6.654
閉経後早期 (56-65 歳)	132.9 (2.02)	128.7 (2.09)	164.6 (2.20)	174.6 (2.14)*	154.2 (2.15)	9.348
閉経後晩期 (66-75 歳)	173.5 (2.16)	195.2 (2.25)	202.3 (3.11)	279.1 (2.85)*	222.8 (2.76)	20.622**

値は、幾何平均値(幾何標準偏差)で表す。

\*, 多重比較により尿中Cd濃度 $2.5\mu\text{g/gcr}$ 未満群と統計学的有意差あり ( $p < 0.05$ )

\*\*, 単回帰係数が有意の差あり ( $p < 0.05$ ).



表12 尿中Cd濃度による被験者分類の尿中カルシウム濃度(クレアチニン補正後、Ca/Cr)比較

年齢階層	尿中カルシウム濃度 (μg/g cr.)					回帰係数
	<2.5	≥2.5, <3.5	≥3.5, <5.0	≥5.0	All	
全年齢層	102.2 (1.80) (レンジ 9.7-619.4)	118.1 (1.76)* (12.3-405.9)	128.9 (1.83)* (12.2-451.7)	149.7 (1.77)* (10.7-1022.2)	123.8 (1.82) (9.7-1022.2)	9.167**
前閉経期 (41-48 歳)	87.2 (1.67)	94.7 (1.90)	98.4 (1.94)	109.4 (1.65)	93.7 (1.77)	4.279**
閉経期 (49-55 歳)	117.2 (1.82)	122.8 (1.64)	140.5 (1.66)*	161.9 (1.66)*	133.4 (1.71)	9.725**
閉経後早期 (56-65 歳)	118.5 (1.73)	126.1 (1.74)	130.4 (1.89)	143.9 (1.64)	131.6 (1.76)	4.866**
閉経後晩期 (66-75 歳)	125.3 (1.76)	144.2 (1.68)	131.9 (1.82)	169.8 (1.90)*	146.5 (1.84)	7.953*

値は、幾何平均値(幾何標準偏差)、ND; 定量下限以下

\*; 多重比較により尿中 Cd 濃度2.5μg/gcr未満群と統計学的有意差あり (p<0.05)

\*\*; 単回帰係数が有意の差あり (p<0.05).

表13 尿中Cd濃度による被験者分類の骨代謝マーカーの比較

年齢階層	尿中カドミウム濃度 (μg/g Cr.)					回帰係数
	<2.5	≥2.5, <3.5	≥3.5, <5.0	≥5.0	All	
骨型アルカリホスファターゼ (U/L)						
全年齢層	25.0 (1.5) (レンジ 9.0-145.0)	26.6 (1.4)* (10.1-73.4)	29.3 (1.4)* (9.1-74.3)	30.8 (1.4)* (9.8-81.1)	27.9 (1.45) (9.0-145)	1.165**
前閉経期 (41-48歳)	20.0 (1.4)	19.7 (1.4)	19.5 (1.4)	19.2 (1.3)	19.7 (1.4)	-0.157**
閉経期 (49-55歳)	27.2 (1.4)	26.8 (1.4)	28.8 (1.4)	28.7 (1.4)	27.8 (1.4)	0.380
閉経後早期 (56-65歳)	31.9 (1.4)	30.6 (1.4)	32.0 (1.4)	32.9 (1.3)	32.0 (1.4)	0.291
閉経後晩期 (66-75歳)	31.5 (1.3)	32.4 (1.4)	32.6 (1.3)	34.6 (1.4)	33.2 (1.4)	0.593**
オステオカルシン (ng/ml)						
全年齢層	7.1 (1.5) (レンジ 1.9-23.6)	7.8 (1.5)* (3.2-22.7)	8.5 (1.4)* (2.9-20.3)	8.7 (1.4)* (2.1-22.8)	8.0 (1.5) (1.9-23.6)	0.316
前閉経期 (41-48歳)	5.3 (1.4)	5.5 (1.3)	5.6 (1.4)	5.6 (1.3)	5.5 (1.4)	0.044
閉経期 (49-55歳)	8.0 (1.4)	7.9 (1.5)	8.2 (1.5)	8.5 (1.6)	8.1 (1.5)	0.126
閉経後早期 (56-65歳)	9.5 (1.3)	9.2 (1.4)	9.3 (1.4)	9.4 (1.3)	9.4 (1.3)	0.000
閉経後晩期 (66-75歳)	8.5 (1.3)	9.4 (1.4)	9.2 (1.3)	9.3 (1.4)	9.2 (1.3)	0.110
尿中NTx (nmol/mmol Cr.)						
全年齢層	42.3 (1.7) (レンジ 12.2-562.0)	48.7 (1.6)* (13.6-175.0)	56.0 (1.6)* (8.8-220.0)	61.7 (1.6)* (14.4-200.0)	51.8 (1.7) (8.8-552.0)	3.903**
前閉経期 (41-48歳)	31.0 (1.5)	33.2 (1.4)	31.0 (1.5)	31.8 (1.6)	31.7 (1.5)	0.016
閉経期 (49-55歳)	48.6 (1.5)	50.0 (1.6)	56.6 (1.6)*	65.8 (1.6)*	54.4 (1.6)	3.762**
閉経後早期 (56-65歳)	57.5 (1.6)	57.2 (1.5)	62.0 (1.5)	66.1 (1.5)*	61.5 (1.5)	1.859**
閉経後晩期 (66-75歳)	55.1 (1.5)	63.3 (1.4)	63.8 (1.5)	67.3 (1.5)	63.6 (1.5)	2.048
尿中オキシピリジノリン (nmol/mmol Cr.)						
全年齢層	6.2 (1.5) (Range 1.3-27.9)	6.8 (1.4)* (1.9-21.0)	7.0 (1.5)* (1.8-25.3)	7.0 (1.5)* (1.8-25.5)	6.7 (1.5) (1.3-27.9)	0.156
前閉経期 (41-48歳)	5.6 (1.4)	5.9 (1.4)	5.6 (1.4)	6.3 (1.3)	5.8 (1.4)	0.122
閉経期 (49-55歳)	6.6 (1.4)	7.4 (1.3)	7.3 (1.5)	7.3 (1.5)	7.1 (1.4)	0.127
閉経後早期 (56-65歳)	6.7 (1.6)	6.9 (1.3)	7.1 (1.5)	6.9 (1.5)	6.9 (1.5)	0.089
閉経後晩期 (66-75歳)	6.4 (1.4)	6.5 (1.5)	7.7 (1.4)*	7.3 (1.4)	7.1 (1.5)	0.198

値は、横方向平均値(標準偏差)。NC: 定量下限以下  
 \* 多量比較により尿中 Cd 濃度2.5μg/gCr未満群と統計学的有意差あり (p<0.05)  
 \*\*: 単回帰係数が有意の差あり (p<0.05)

表14 尿中Cd濃度による被験者分類の血清Ca濃度および血清P濃度(mg/dl)比較

年齢階層	尿中カルシウム濃度 (μg/g cr.)				回帰係数
	<2.5	≥2.5, <3.5	≥3.5, <5.0	≥5.0	
血清中カルシウム濃度(mg/dl) 全年齢層	9.4 (0.4) (レンジ 8.6-10.4)	9.5 (0.4) (8.7-10.7)	9.6 (0.4)* (8.7-10.8)	9.6 (0.4)* (8.5-10.9)	0.027
前閉経期 (41-48 歳)	9.4 (0.3)	9.3 (0.3)	9.4 (0.4)	9.3 (0.4)	-0.005
閉経期 (49-55 歳)	9.5 (0.4)	9.6 (0.4)	9.7 (0.4)	9.6 (0.4)	0.016
閉経後早期 (56-65 歳)	9.6 (0.3)	9.5 (0.3)	9.5 (0.4)	9.6 (0.3)	0.016
閉経後晩期 (66-75 歳)	9.5 (0.3)	9.7 (0.3)	9.6 (0.3)	9.6 (0.4)	0.015
血清中リン濃度(mg/dl) 全年齢層	3.5 (0.4) (レンジ 2.2-5.0)	3.5 (0.4) (2.3-4.7)	3.6 (0.4)* (2.5-5.0)	3.5 (0.4) (2.2-4.9)	0.000
前閉経期 (41-48 歳)	3.4 (0.4)	3.3 (0.4)	3.4 (0.4)	3.2 (0.3)	-0.023
閉経期 (49-55 歳)	3.5 (0.4)	3.5 (0.4)	3.6 (0.4)	3.5 (0.4)	-0.005
閉経後早期 (56-65 歳)	3.6 (0.3)	3.6 (0.4)	3.6 (0.4)	3.5 (0.4)	-0.019
閉経後晩期 (66-75 歳)	3.5 (0.3)	3.5 (0.4)	3.6 (0.4)	3.5 (0.4)	-0.002

値は、幾何平均値(幾何標準偏差)、ND; 定量下限以下

\*; 多重比較により尿中Cd濃度2.5μg/gcr未満群と統計学的有意差あり (p<0.05)

\*\*; 単回帰係数が有意の差あり (p<0.05).

表15 尿中Cd濃度による被験者分類の摂取1Kカロリー当たりのカルシウム摂取量およびビタミンD摂取量

年齢階層	尿中カドミウム濃度 (µg/g cr.)				回帰係数
	<2.5	≥2.5, <3.5	≥3.5, <5.0	≥5.0	
カルシウム摂取量 /1kカロリー— 全年齢層	0.34 (0.10) (レンジ 0.12-0.68)	0.35 (0.11) (0.14-0.70)	0.36 (0.11)* (0.13-0.82)	0.36 (0.11)* (0.11-0.76)	0.35 (0.11) (0.11-0.82)
前閉経期 (41-48 歳)	0.30 (0.09)	0.32 (0.10)	0.33 (0.11)	0.30 (0.08)	0.31 (0.10)
閉経期(49-55 歳)	0.33 (0.10)	0.32 (0.09)	0.34 (0.10)	0.37 (0.11)*	0.34 (0.10)
閉経後早期 (56-65 歳)	0.38 (0.10)	0.39 (0.10)	0.37 (0.11)	0.38 (0.11)	0.38 (0.10)
閉経後晩期 (66-75 歳)	0.39 (0.11)	0.41 (0.14)	0.37 (0.08)	0.35 (0.12)*	0.37 (0.11)
ビタミンD摂取量 /1kカロリー— 全年齢層	0.15 (0.08) (レンジ 0.03-0.45)	0.15 (0.08) (0.03-0.54)	0.16 (0.09) (0.02-0.79)	0.16 (0.08) (0.00-0.51)	0.16 (0.08) (0.00-0.79)
前閉経期 (41-48 歳)	0.14 (0.08)	0.14 (0.07)	0.14 (0.06)	0.16 (0.07)	0.14 (0.07)
閉経期(49-55 歳)	0.15 (0.07)	0.14 (0.08)	0.16 (0.08)	0.17 (0.09)	0.15 (0.08)
閉経後早期 (56-65 歳)	0.18 (0.07)	0.17 (0.10)	0.17 (0.10)	0.16 (0.08)	0.17 (0.09)
閉経後晩期 (66-75 歳)	0.20 (0.10)	0.18 (0.09)	0.16 (0.07)	0.16 (0.08)	0.17 (0.08)

値は、算術平均(標準偏差)

\*; 多重比較により尿中 Cd 濃度2.5µg/gcr未満群と統計学的有意差あり (p<0.05)

\*\*、単回帰係数が有意の差あり (p<0.05).

表16 骨密度、骨代謝マーカー、生化学指標間のピアソンの相関係数表 (被験者数1,243名)

	BMD	log Al-P	log Osteocalcin	log NTX	log D-Pyr	Age	BMI	Grip	log B-Cd	log U-Cd/Cr	log $\alpha$ 1MG/Cr	log $\beta$ 2MG/Cr	log U-Ca/Cr	Ca intake/E	Vit.D intake/E	Serum Ca	Serum P
BMD	1.000																
log Al-P	-0.445	1.000															
log Osteocalcin	-0.473	0.625	1.000														
log NTX	-0.473	0.613	0.633	1.000													
log D-Pyr	-0.197	0.368	0.375	0.408	1.000												
Age	-0.626	0.490	0.465	0.470	0.138	1.000											
BMI	0.228	0.098	-0.049	-0.002	0.077	0.125	1.000										
Grip	0.419	-0.228	-0.254	-0.307	-0.088	-0.435	0.112	1.000									
log B-Cd	-0.167	0.090	0.132	0.170	0.035	0.209	0.056	-0.114	1.000								
log U-Cd/Cr	-0.249	0.235	0.216	0.302	0.153	0.330	0.009	-0.187	0.487	1.000							
log U- $\alpha$ 1MG/Cr	-0.332	0.279	0.250	0.358	0.076	0.418	0.011	-0.239	0.096	0.252	1.000						
log U- $\beta$ 2MG/Cr	-0.266	0.229	0.169	0.340	-0.006	0.323	0.025	-0.187	0.129	0.21457	0.685	1.000					
log U-Ca/Cr	-0.276	0.319	0.290	0.492	0.162	0.275	0.051	-0.193	0.170	0.230	0.296	0.342	1.000				
Ca intake/E	-0.130	0.076	0.118	0.058	0.032	0.244	0.040	-0.091	-0.004	0.063	0.065	-0.006	0.070	1.000			
Vit.D intake/E	-0.066	0.053	0.075	0.083	-0.050	0.161	0.079	-0.113	0.052	0.034	0.038	-0.009	0.050	0.255	1.000		
Serum Ca	-0.104	0.260	0.226	0.177	0.157	0.201	-0.009	-0.018	-0.014	0.139	0.066	-0.081	0.102	0.134	-0.011	1.000	
Serum P	-0.125	0.107	0.283	0.171	0.172	0.154	-0.068	-0.050	-0.070	0.001	-0.071	-0.151	-0.022	0.134	0.063	0.321	1.000

BMD; 骨密度, Al-P; 骨型アルカリフォスファターゼ; BMI; body mass index, B-Cd; 血中 Cd 濃度, U-Cd; 尿中 Cd 濃度,  $\alpha$  1MG;  $\alpha$  1-ミクログロブリン,  $\beta$  2MG;  $\beta$  2-ミクログロブリン, U-Ca; 尿中 Ca 濃度, Cr; クレアチニン, Ca intake/E; 摂取 1k カロリー当たりのカルシウム摂取量, Vit.D intake/E; 摂取 1k カロリー当たりのビタミンD摂取量

表17 生物学的パラメーターと地域差との骨密度に対する4種類の重回帰モデル(被験者数は1,243名)

従属変数	独立変数	Model-1			Model-2			Model-3			Model-4		
		SPRC	PCC	P値	SPRC	PCC	P value	SPRC	PCC	P値	SPRC	PCC	P値
骨密度	年齢	-0.573	-0.541	0.000	-0.582	-0.556	0.000	-0.577	-0.540	0.000	-0.586	-0.553	0.000
	BMI	0.286	0.367	0.000	0.287	0.368	0.000	0.286	0.367	0.000	0.288	0.368	0.000
	握力	0.106	0.129	0.000	0.108	0.131	0.000	0.106	0.129	0.000	0.108	0.131	0.000
	log B-Cd	-0.004	-0.005	0.869	-0.004	-0.005	0.867	0.015	0.019	0.509	0.012	0.015	0.601
	log U-Cd/Cr	-0.045	-0.057	0.044	-0.030	-0.038	0.180	-0.047	-0.059	0.038	-0.031	-0.039	0.167
	log $\beta$ 2MG/Cr	-0.087	-0.115	0.000	-0.088	-0.114	0.000	-0.089	-0.117	0.000	-0.090	-0.116	0.000
	log U-Ca/Cr	-0.001	-0.001	0.976	-0.001	-0.001	0.964	-0.001	-0.001	0.960	-0.001	-0.002	0.951
	Ca intake/E	0.020	0.027	0.337	0.019	0.026	0.359	0.021	0.028	0.325	0.020	0.027	0.349
	Vit.D intake/E	-0.069	-0.073	0.011	-0.070	-0.073	0.010	-0.071	-0.074	0.009	-0.071	-0.074	0.009
	地域B	-0.056	-0.059	0.039	-0.055	-0.058	0.041	-0.058	-0.061	0.031	-0.057	-0.060	0.035
	地域C	-0.063	-0.065	0.022	-0.064	-0.065	0.022	-0.065	-0.067	0.019	-0.065	-0.067	0.019
	地域D	-0.133	-0.117	0.000	-0.130	-0.114	0.000	-0.140	-0.125	0.000	-0.136	-0.121	0.000
	自由度調整済み重相関係数		0.717		0.717		0.717		0.717		0.717		0.717

SPRC: standard partial regression coefficient 標準偏回帰係数, PCC: 偏相関係数, BMI: body mass index, B-Cd: 血中 Cd 濃度,  $\alpha$  1MG:  $\alpha$ 1-ミクログロブリン, B 2MG:  $\beta$ 2-ミクログロブリン, U-Ca: 尿中 Ca 濃度, Cr intake/E: 摂取 1k カロリー当たりのカルシウム摂取量, Vit. D intake/E 摂取 1k カロリー当たりのビタミン D 摂取量, それぞれの地域にダミー変数を当てはめ、参照地域 A と地域 B、C、D、E との比較を行い標準回帰係数 SPRC を示している。

表18 尿中Cd濃度による被験者分類のよる若年成人平均骨密度 80% 以下の被験者の割合

年齢階層	尿中Cd濃度(μg/g cr.)								P 値 ( $\chi^2$ test)		
	<2.5		≥2.5, <3.5		≥3.5, <5.0		≥5.0				
	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%			
全年齢層											
Total	323	100.0	272	100.0	321	100.0	327	100.0	1243	100.0	0.000
80%≤	260	80.5	198	72.8	211	65.7	169	51.7	838	67.4	
<80%	63	19.5	74	27.2*	110	34.3*	158	48.3*	405	32.6	
前閉経期 (41-48 歳)											
Total	97	100.0	56	100.0	35	100.0	30	100.0	218	100.0	0.782
80%≤	96	99.0	55	98.2	35	100.0	30	100.0	216	99.1	
<80%	1	1.0	1	1.8	0	0.0	0	0.0	2	0.9	
閉経期(49-55 歳)											
Total	80	100.0	88	100.0	82	100.0	69	100.0	319	100.0	0.083
80%≤	74	92.5	76	86.4	76	92.7	56	81.2	282	88.4	
<80%	6	7.5	12	13.6	6	7.3	13	18.8	37	11.6	
閉経後早期 (56-65 歳)											
Total	68	100.0	77	100.0	123	100.0	129	100.0	397	100.0	0.147
80%≤	38	55.9	42	54.5	71	57.7	57	44.2	208	52.4	
<80%	30	44.1	35	45.5	52	42.3	72	55.8	189	47.6	
閉経後晚期 (66-75 歳)											
Total	38	100.0	40	100.0	73	100.0	97	100.0	248	100.0	0.272
80%≤	15	39.5	15	37.5	24	32.9	24	24.7	78	31.5	
<80%	23	60.5	25	62.5	49	67.1	73	75.3	170	68.5	

\*: 尿中Cd濃度 2.5μg/gcre 以下の群と比較して有意の差あり(p<0.05)

表19 生物学的パラメーターおよび地域差が骨密度減少者(若年成人平均骨密度80%以下)におよぼす影響についての4種類のロジスティック回帰モデルの解析結果(被験者数1,243)

従属変数	Model-1			Model-2			Model-3			Model-4		
	SPRC	P値	OR(95%CI)	SPRC	P値	OR(95%CI)	SPRC	P値	OR(95%CI)	SPRC	P値	OR(95%CI)
骨密度減少者	1.856	0.000	1.218(1.185-1.251)	1.879	0.000	1.220(1.188-1.254)	1.867	0.000	1.219(1.186-1.252)	1.888	0.000	1.222(1.189-1.255)
年齢	-0.672	0.000	0.814(0.769-0.862)	-0.675	0.000	0.813(0.768-0.861)	-0.669	0.000	0.815(0.770-0.862)	-0.672	0.000	0.814(0.769-0.862)
BMI	-0.259	0.008	0.949(0.913-0.986)	-0.264	0.007	0.948(0.912-0.985)	-0.256	0.008	0.949(0.913-0.987)	-0.261	0.007	0.949(0.913-0.986)
握力	0.097	0.305	1.056(0.950-1.178)	0.099	0.297	1.059(0.951-1.179)						
B-Cd							0.021	0.795	1.009(0.942-1.080)	0.028	0.725	1.012(0.946-1.083)
U-Cd/Cr							0.020	0.808	1.004(0.970-1.040)			
$\alpha$ 1MG/Cr	0.022	0.782	1.005(0.971-1.040)									
$\beta$ 2MG/Cr				-0.080	0.313	1.000(0.999-1.000)				-0.080	0.311	1.000(0.999-1.000)
U-Ca/Cr	0.256	0.003	1.003(1.001-1.005)	0.282	0.001	1.003(1.001-1.005)	0.259	0.002	1.003(1.001-1.005)	0.284	0.001	1.003(1.001-1.005)
Ca intake/E	-0.001	0.990	0.990(0.212-4.614)	-0.008	0.926	0.930(0.200-4.329)	-0.005	0.951	0.953(0.205-4.425)	-0.012	0.887	0.895(0.193-4.153)
Vit.D intake/E	-0.025	0.758	0.740(0.109-5.036)	-0.030	0.709	0.693(0.101-4.755)	-0.027	0.737	0.720(0.105-4.909)	-0.032	0.694	0.679(0.099-4.663)
地域 B	0.185	0.091	1.668(0.922-3.018)	0.175	0.108	1.626(0.899-2.941)	0.178	0.104	1.639(0.903-2.975)	0.168	0.125	1.595(0.879-2.895)
地域 C	0.182	0.105	1.661(0.899-3.066)	0.169	0.132	1.603(0.868-2.963)	0.192	0.087	1.709(0.926-3.155)	0.179	0.110	1.648(0.892-3.044)
地域 D	0.187	0.114	1.688(0.882-3.229)	0.176	0.138	1.636(0.854-3.131)	0.183	0.124	1.670(0.869-3.211)	0.171	0.151	1.615(0.839-3.106)
地域 E	0.417	0.002	2.336(1.363-4.002)	0.405	0.003	2.280(1.331-3.908)	0.460	0.000	2.553(1.525-4.274)	0.447	0.001	2.485(1.486-4.157)
相関比(R <sup>2</sup> )		0.403			0.403			0.401			0.402	

SPRC: 標準偏回帰係数, OR: オッズ比, OR 95%CI: 95%信頼区間, YAM: Japanese young adult mean 若年成人平均, BMI: body mass index, B-Cd: 血中 Cd 濃度, U-Cd: 尿中 Cd 濃度,  $\alpha$  1MG:  $\alpha$ 1-ミクロログロブリン,  $\beta$  2MG:  $\beta$ 2-ミクロログロブリン, U-Ca: 尿中 Ca 濃度, Or:クレアチニン, Ca intake/E:摂取 1k カロリー当りの Ca 摂取量, Vit.D intake/E: 摂取 1k カロリー当りのビタミンD摂取量

骨密度低下群(若年成人平均骨密度80%以下)と骨密度正常域群との2群を従属変数とした。

それぞれの地域にダミー変数を当てはめ、参照地域Aと地域B、C、D、Eとの比較を行い標準偏回帰係数 SPRC とオッズ比を示している。



表20 生物学的パラメーターと地域差との尿中Ca排泄に対する4種類の重回帰モデル(被験者数は1,243名)

従属変数	Model-1			Model-2			Model-3			Model-4		
	SPRC	PCC	P 値	SPRC	PCC	P 値	SPRC	PCC	P value	SPRC	PCC	P 値
log U-Ca/Cr	0.116	0.098	0.001	0.114	0.101	0.000	0.108	0.090	0.002	0.104	0.090	0.002
年齢	0.051	0.053	0.063	0.047	0.050	0.081	0.051	0.053	0.063	0.047	0.050	0.079
BMI	-0.085	-0.078	0.006	-0.089	-0.083	0.003	-0.077	-0.071	0.013	-0.080	-0.075	0.008
握力	0.100	0.092	0.001	0.094	0.088	0.002	0.095	0.093	0.001	0.094	0.093	0.001
log B-Cd												
log U-Cd/Cr	0.216	0.207	0.000	0.276	0.274	0.000	0.276	0.196	0.000	0.270	0.267	0.000
log $\alpha$ 1MG/Cr												
log $\beta$ 2MG/Cr	0.031	0.031	0.271	0.042	0.043	0.130	0.029	0.030	0.300	0.040	0.041	0.148
Ca intake/E	0.009	0.009	0.742	0.021	0.022	0.440	0.008	0.008	0.787	0.020	0.020	0.476
Vit.D intake/E	0.139	0.110	0.000	0.145	0.117	0.000	0.118	0.093	0.001	0.125	0.100	0.000
地域 B	0.074	0.058	0.040	0.080	0.065	0.023	0.073	0.058	0.041	0.080	0.064	0.024
地域 C	0.126	0.098	0.001	0.130	0.103	0.000	0.098	0.076	0.008	0.103	0.081	0.005
地域 D	0.169	0.112	0.000	0.153	0.103	0.000	0.178	0.120	0.000	0.160	0.110	0.000
地域 E												
自由度調整済み重回帰係数		0.376			0.413			0.376			0.414	

SPRC; standard partial regression coefficient, 標準偏回帰係数, PCC; 偏相関係数, log U-Ca/Cr, 尿中Ca濃度(クレアチニン補正後), BMI; body mass index, B-Cd; 血中Cd濃度, U-Cd; 尿中Cd濃度,  $\alpha$  1MG;  $\alpha$ 1-ミクログロブリン,  $\beta$  2MG;  $\beta$ 2-ミクログロブリン, U-Ca; 尿中Ca濃度, Cr; クレアチニン, Ca intake/E; 摂取1kカロリー当たりのカルシウム摂取量, Vit.D intake/E; 摂取1kカロリー当たりのビタミンD摂取量  
それぞれの地域にダミー変数を当てはめ、参照地域Aと地域B、C、D、Eとの比較を行い標準偏回帰係数SPRCを示している。

厚生労働科学研究費補助金（食品・化学物質安全総合研究事業）

分担研究報告書

「カドミウム生涯摂取による一般住民における腎機能障害と骨粗鬆症の関連の  
全国調査」カドミウムの吸収率に関する研究

分担研究者 香山不二雄

自治医科大学 保健科学講座 環境免疫学・毒性学部門 教授

研究要旨

JECFA で定められている現行の Cd の Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) は、鉄欠乏性貧血や糖尿病などの基礎疾患を持つ人の Cd の吸収率は高く、健康影響を受けやすいのではないかとの予想に基づき、高めの吸収率を採用して算定されている。しかし、実際には上記疾患を有する人の消化管からの Cd 吸収率は今までにきちんと調査されて結論が出ているという訳ではない。そこで、まず現行の PTWI に近い量の Cd 曝露を受けている集団について腎機能障害、骨粗鬆症などの健康影響を調査し、次いでその中から 6 名の鉄欠乏性貧血、年齢を合わせた対照者 12 名、7 名の糖尿病を有する者とその対照者 13 名を含む計 38 名の女性を抽出し、1 週間の合宿中の実際の Cd の摂取量と排泄量を詳細に調べ、実際の Cd の吸収率を求めた。その結果、それぞれの対照群と比較して糖尿病罹患者およびまた貧血罹患者では食事からの Cd 吸収率が亢進していなかった。全体では 6.5% であったが、若年者（20～30 歳代）では Cd の吸収率が高く、44% にも及ぶことが明らかとなった。しかし、年齢が高くなると吸収率は 0 に近づき、高齢になると見かけ上マイナスとなり、つまり排泄の方が多い状態と考えられた。若年女性は、Cd 曝露のリスクグループであると考えられる。この Cd の吸収率についての新たな知見は、JECFA における PTWI 算定に有意義な成果となると考えられる。

## 研究協力者

堀口兵剛（自治医科大学）  
小熊悦子（自治医科大学）  
池田陽子（自治医科大学）  
町田宗仁（自治医科大学）  
佐々木敏（独立行政法人 国立  
健康・栄養研究所）

### A. 研究目的

現行のPTWIに近い曝露を受けている農家女性において、これまでの日常生活ほぼ同じ程度のCd曝露量に相当する食事を一週間にわたり摂取させ、その排泄量を測定することにより、カドミウム経口摂取による吸収率を求めた。特に、鉄欠乏性貧血および糖尿病に罹患が、Cdの吸収率にどのような影響を与えるか検討した。

### B. 研究の背景

加齢に伴い腎機能低下や骨粗鬆症が徐々に進行していくことは一般によく知られているが、それらに対して栄養摂取の偏りや食品中に微量に含まれる環境汚染物質が何らかの増悪作用を持つのではないかと、という疑問は、科学的に極めて興味深いだけでなく、今後の国民の公衆衛生上

の重要な問題でもある。JECFAで定められている現行のCdのProvisional Tolerable Weekly Intake (PTWI)は、鉄欠乏性貧血や糖尿病などの基礎疾患を持つ人のCdの吸収率は高く、健康影響を受けやすいのではないかとの予想に基づき、高めの吸収率を採用して算定されている。しかし、実際には上記疾患を有する人の消化管からのCd吸収率は今までにきちんと調査されて結論が出ているという訳ではない。

そこで、まず現行のPTWIに近い量のCd曝露を受けている集団について腎機能障害、骨粗鬆症などの健康影響を調査し、次いでその中から鉄欠乏性貧血および糖尿病を有する人を抽出し、1週間の合宿に参加してもらうことによって実際のCdの摂取量と排泄量を詳細に調べ、実際のCdの吸収率を求めた。

### C. 研究方法

まず、日本全国5ヶ所の農村地域において、20歳以上の農家女性1,407名を対象に腎機能と骨粗鬆症についての健康調査を行った。調査対象者にはCd暴露の関与が大きいと考えられる自家消費の食品2種類

(米と味噌、米は新米古米に区別)を提出してもらい、血液と尿の採取、骨密度測定、栄養士による栄養摂取状況の聞き取り調査も行った。食品2種類、血液、尿に含まれるCdと鉛の濃度を測定し、食品摂取量の算出結果とあわせて1日のCd摂取量の査定をし、Cd暴露が多いと考えられる集団を特定した。

次に、特にCd曝露の高かった一地域の597名の調査対象者から、上記の方法で見出されたCd濃度約0.4 ppmの米を長年食していたと考えられ、なおかつ糖尿病を有する被験者(ヘモグロビンA1c; 6.0%以上)10名とその年齢をマッチさせた対象者14名、さらに貧血を有する被験者(ヘモグロビン濃度; 11.0g/dl以下)6名とその年齢を適合させた対象者12名、計42名を選び出し、Cd吸収率算定のための町営の宿泊施設での7泊8日の合宿調査の協力を依頼し、同意を得た。合宿は2回に分け、糖尿病群とその対照群を対象にした第1回目は平成14年1月9日から17日にかけて、貧血群とその対照群を対象にした第2回目は平成14年2月11日から28日にかけて行った。第1回目の合宿参加

者は全て閉経後の高齢者であったので、全員同時に合宿を行ったが、第2回目の合宿参加者には閉経前の若年者が多かったため、尿や便への月経血液の混入を防ぐために参加者には月経期を避けて合宿開催期間中のいずれかの1週間に参加してもらった。合宿期間中に2回以下の便通しか無かった人3名、下痢をしていた人1名、さらに外れ値と判断される極端に低い吸収率(-74.0%)を示した1人を除いて、糖尿病群7名並びにその対照群13名、貧血群5名並びにその対照群12名で解析を行った。第1回目の合宿参加者では、糖尿病群のヘモグロビンA1cと空腹時血糖の平均値が対照群に較べて有意に上昇しており、また第2回目では貧血群のヘモグロビン、ヘマトクリット、血清鉄、血清フェリチンの平均値が有意に減少していた(表1)。

合宿期間中、参加者にはこちらから提供する食事、おやつ、飲料品、調味料のみを食してもらい、それら全ての食べ残しをチェックし摂取量を正確に記録した。また、毎食の陰膳、おやつ、飲料品に加え、参加者の毎日の全量の尿、便も採取し、Cd濃度の測定のために保存した。特に、