

## 심층수의 급여가 닭고기의 품질 특성에 미치는 영향

강선문 · 이익선 · 오상집<sup>1</sup> · 김거유 · 이성기\*

강원대학교 동물식품응용과학과, <sup>1</sup>강원대학교 동물자원과학과

### Effect of Deep Sea Water Supplementation on the Quality Characteristics of Chicken Meat

Sun Moon Kang, Ik Sun Lee, Sang Jip Ohh<sup>1</sup>, Gur Yoo Kim, and Sung Ki Lee\*

Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

<sup>1</sup>Department of Animal Resource Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of a deep sea water (DSW) supplement on the quality characteristics of chicken meat. One-day-old broiler chicks (Ross 308) were assigned to three groups and supplemented with water (control) or DSW diluted with deionized water at 1:40 (DSW1:40) and 1:20 (DSW1:20) ratios, respectively, for 28 d. The control was fed a basal diet containing 0.18% salt. Five birds were slaughtered from each group, and the breast meat was collected and stored at 4°C for 9 d. The DSW supplementation did not affect cholesterol content in the chicken meat. The DSW 1:40 supplement decreased fat content ( $p<0.05$ ), water-holding capacity ( $p<0.05$ ), and sodium and potassium contents ( $p<0.05$ ) but increased unsaturated fatty acid content ( $p<0.05$ ) and the  $L^*$  value ( $p<0.05$ ) of the meat. The DSW 1:20 supplement increased the  $a^*$  value ( $p<0.05$ ) but decreased thiobarbituric acid reactive substance inhibition, the  $L^*$  value ( $p<0.05$ ), and the  $b^*$  value ( $p<0.05$ ) in chicken meat. However, the DSW 1:20 supplement did not affect water-holding capacity, fatty acid composition, or mineral content. DSW supplementation at a higher concentration increased red color but decreased lipid oxidation stability. However, further studies are needed to support our findings.

**Key words:** deep sea water, broiler, chicken meat, lipid oxidation, color

#### 서 론

심층수란, 태양빛이 도달하지 않아 항상 낮은 온도를 유지하고 있는 수심 200 m 이하의 심해수를 말한다(Nakasone and Akeda, 2000; Watanabe *et al.*, 2000). 심층수는 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 아연, 바나듐 등의 다양한 무기질들이 인간의 혈장과 거의 유사한 조성으로 함유하고 있다(Hataguchiet *al.*, 2005; Linder, 1991). 심층수 내 무기질 성분들은 해수의 가장 위층인 표층수의 유기체로부터 유래된 것으로 이들이 아래층의 심층수로 침강하면 박테리아에 의한 분해와 화학적 산화로 인해 형성된다(김, 2005). 또한 유해한 현탁 물질과 병원성 세균이 거의 존재하지 않기 때문에(Watanabe *et al.*, 2000)항상 청정함을 유지하

고 있다. 그러므로 심층수의 저온안정성, 풍부한 무기질, 청정성을 이용한다면, 현재 인류에게 필요한 새로운 자원으로써 활용할 수 있을 것이다.

한국에서 심층수에 대한 연구는 근래에 들어서야 시작하였지만, 일본은 1970년대부터 기초 연구를 시작하여(Liu *et al.*, 2008) 오늘날에는 이미 수산(미세 조류, 해조류, 어패류 등의 양식), 농업(농산물 등의 재배) 및 식품(음료, 술, 장류, 두부, 수산 가공품, 빵류, 면류, 조미료, 냉동 식품 등의 개발) 등의 다양한 분야에서 응용연구와 함께 산업체에서 활용하고 있다(Kim and Oh, 2009; Sasaki, 2001). 이 외에도 심층수를 인간의 질병 치료제로 활용하기 위해 세포 및 동물 실험을 통한 생리적 효과에 대해 연구하고 있으며, 이를 통해 고지혈증과 이테롬성 동맥 경화증의 억제(Yoshioka *et al.*, 2003), 아토피성 질환의 치료(Hataguchiet *al.*, 2005), 비만증의 개선(Hwang *et al.*, 2009) 등의 가능성을 보고한 바 있다.

심층수의 생리적 효과는 주요 구성 성분인 무기질의 작용에 의한 것이며, 이는 인간뿐만 아니라 동물에게도 섭취해야 될 필수적인 성분들이다. 일반적으로 축산에서 무

\*Corresponding author: Sung Ki Lee, Department of Animal Products and Food Science, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea. Tel: 82-33-250-8646, Fax: 82-33-251-7719, E-mail: skilee@kangwon.ac.kr

기질은 가축의 증체량 및 사료효율 등의 생산성(Cho *et al.*, 2000; Kong *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 1996)과 고기 품질(Choi, 2005; Jin *et al.*, 2009; Kim, 2007; Kook *et al.*, 2005)에 영향을 미친다. 따라서 심층수 역시 가축에게 급여한다면, 생산성과 도축후 고기의 품질에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 하지만 현재까지 역삼투압 처리한 희석 심층수를 닭에게 급여했을 때 사료섭취량의 증가와 체중개선에서 효과가 있었다고 보고된 바 있으나(Keohavong *et al.*, 2010), 육질에 미치는 영향에 관한 보고는 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 심층수 원수를 희석하여 급여한 닭고기와 식수를 급여한 닭고기(대조구)의 품질들을 비교함으로써 심층수의 급여가 고기의 품질 특성에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 공시동물 및 시험설계

시험용 심층수는 한국수자원공사가 강원도 고성군 지역

**Table 1. Mineral composition of water and original deep sea water**

Items (mg/L)	Water <sup>1)</sup>	Original deep sea water <sup>2)</sup>
Chlorine (Cl)	478.000	36367.357
Sodium (Na)	55.100	14179.546
Magnesium (Mg)	14.300	2261.631
Sulfur (S)	135.900	1618.226
Nitrate (NO <sub>3</sub> )	-	571.586
Calcium (Ca)	57.100	389.772
Potassium (K)	4.300	659.751
Bromine (Br)	-	149.109
Fluorine (F)	-	73.480
Strontium (Sr)	-	6.679
Boron (B)	-	2.849
Silicon (Si)	-	0.944
Lithium (Li)	-	0.102
Phosphorous (P)	0.087	0.013
Barium (Ba)	-	0.005
Molybdenum (Mo)	-	0.006
Arsenic (As)	-	0.006
Vanadium (V)	-	0.030
Titanium (Ti)	-	0.001
Zinc (Zn)	51.8000	0.128
Nickel (Ni)	-	0.002
Aluminum (Al)	-	0.057
Selenium (Se)	0.016	-
Manganese (Mn)	29.400	0.001
Cadmium (Cd)	-	0.003
Copper (Cu)	13.800	-
Iron (Fe)	43.900	0.001

<sup>1)</sup>This data isobtained from NRC (1974).

<sup>2)</sup>This data isobtained from Keohavong *et al.* (2010).

의 동해상에서 수집한 심층수원수(original deep sea water: pH, 7.98[7°C]; 총 가용성 고형물, 33,700 mg/L; 전기 전도도, 51,800  $\mu$ S/cm; 염도, 3.34%; 경도, 6,300 mg CaCO<sub>3</sub>/L; 미네랄 조성, Table 1)를 본 대학교 실험실에서 3차 증류수로 각각 1:40 및 1:20(심층수:증류수)의 비율로 희석하여 사용하였다. 본 실험에서 심층수 원수를 희석하여 사용한 이유는 염분을 2% 이상의 수준으로 가금류에게 급여시 갈증, 호흡곤란, 무기력, 설사, 하체 마비 등의 염분중독이 발생하여 위험하기(Aiello and Mays, 1998) 때문에, 이를 예방함과 동시에 Ross 308종 육계의 사료내 염분

**Table 2. Ingredient and nutrient composition of basal diet at grower (1-14 d)**

Items	Treatments <sup>1)</sup>		
	Water (control)	DSW1:40	DSW1:20
Ingredient (%)			
Corn meal	51.68	51.86	51.86
Wheat meal	10.00	10.00	10.00
Soybean meal	22.80	22.80	22.80
Rapeseed meal	1.52	1.52	1.52
Meat meal	4.00	4.00	4.00
Feather meal	2.00	2.00	2.00
Limestone	0.55	0.55	0.55
Tricalcium phosphate	1.32	1.32	1.32
Tallow	4.72	4.72	4.72
Choline	0.14	0.14	0.14
DL-methionine	0.25	0.25	0.25
L-lysine	1.43	1.43	1.43
Threonine	0.05	0.05	0.05
Vitamin premix <sup>2)</sup>	0.15	0.15	0.15
Mineral premix <sup>3)</sup>	0.12	0.12	0.12
Enramycin	0.05	0.05	0.05
Clinacox	0.05	0.05	0.05
Salt	0.18	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00
Calculated nutrient			
ME (kcal/kg)	3,150	3,150	3,150
Dry matter (%)	88.29	88.29	88.29
Crude protein (%)	21.00	21.00	21.00
Ash (%)	5.30	5.12	5.12
Fiber (%)	3.37	3.37	3.37
Fat (%)	7.48	7.48	7.48
Calcium (%)	0.90	0.90	0.90

<sup>1)</sup>Water (control), Broiler supplemented with water and basal diet containing 0.18% salt; DSW1:40 and DSW1:20, Broiler supplemented with deep sea water diluted with deionized water at 1:40 and 1:20 ratio (deep sea water:deionized water), respectively, and basal diet

<sup>2)</sup>Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 18.0 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 4.5 IU; vitamin E, 31.5 IU; menadione, 3.6 mg; thiamine, 1.8 mg; riboflavin, 4.8 mg; pyridoxine, 3.6 mg; cobalamin, 0.03 mg; niacin, 22.5 mg; pantothenic acid, 15 mg; folic acid, 0.45 mg

<sup>3)</sup>Supplied per kilogram of diet: Mn, 86.4 mg; Zn, 72 mg; Fe, 57.6 mg; Cu, 6 mg; I, 1.5 mg; Co, 0.288 mg; Se, 0.216 mg

관장 수준(Na: 0.16-0.23%(또는 0.20%) Cl: 0.16-0.23%; Aviagen, 2007) 이내로 조절하기 위함이었다.

시험동물로서 1일령 육용 병아리(Ross 308) 300수를 강원도 춘천 소재 농장에서 28일(전기 : 1-14일령; 후기 : 15-28일령) 동안 사육시켰다. 음용수의 종류에 따라 식수 급여구(대조구), 1:40희석구(DSW1:40) 및 1:20희석구(DSW1:20)로 나누어 처리구당 5반복(반복당 20수)씩 평사(1.2 m<sup>2</sup>/pen)에 무작위로 배치한 후 24시간 고정 점등사양을 실시하였다. 사육온도는 초기 7일 동안 37°C로 유지한 후 매일 1°C씩 낮춰 최종일까지 22°C로 유지하였으며, 습

**Table 3. Ingredient and nutrient composition of basal diet at finisher (15-28 d)**

Items	Treatments <sup>1)</sup>		
	Water (control)	DSW1:40	DSW1:20
<b>Ingredient (%)</b>			
Corn meal	53.97	54.15	54.15
Wheat meal	10.00	10.00	10.00
Soybean meal	20.60	20.60	20.60
Rapeseed meal	1.52	1.52	1.52
Meat meal	4.00	4.00	4.00
Feather meal	2.00	2.00	2.00
Limestone	0.58	0.58	0.58
Tricalcium phosphate	1.11	1.11	1.11
Tallow	5.00	5.00	5.00
Choline	0.16	0.16	0.16
DL-methionine	0.22	0.22	0.22
L-lysine	0.29	0.29	0.29
Threonine	0.01	0.01	0.01
Vitamin premix <sup>2)</sup>	0.15	0.15	0.15
Mineral premix <sup>3)</sup>	0.12	0.12	0.12
Enramycin	0.05	0.05	0.05
Madulamycin	0.05	0.05	0.05
Salt	0.18	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00
<b>Calculated nutrient</b>			
ME (kcal/kg)	4,503	4,503	4,503
Dry matter (%)	88.27	88.27	88.27
Crude protein (%)	20.72	20.72	20.72
Ash (%)	5.02	4.84	4.84
Fiber (%)	3.30	3.30	3.30
Fat (%)	7.78	7.78	7.78
Calcium (%)	0.85	0.85	0.85

<sup>1)</sup>Water (control), Broiler supplemented with water and basal diet containing 0.18% salt; DSW1:40 and DSW1:20, Broiler supplemented with deep sea water diluted with deionized water at 1:40 and 1:20 ratio (deep sea water:deionized water), respectively, and basal diet.

<sup>2)</sup>Supplied per kilogram of diet: Vitamin A, 18.0 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 4.5 IU; vitamin E, 31.5 IU; menadione, 3.6 mg; thiamine, 1.8 mg; riboflavin, 4.8 mg; pyridoxine, 3.6 mg; cobalamin, 0.03 mg; niacin, 22.5 mg; pantothenic acid, 15 mg; folic acid, 0.45 mg

<sup>3)</sup>Supplied per kilogram of diet: Mn, 86.4 mg; Zn, 72 mg; Fe, 57.6 mg; Cu, 6 mg; I, 1.5 mg; Co, 0.288 mg; Se, 0.216 mg

도는 모든 사육기간 동안 약 60%로 유지하였다. 기초사료(Table 2, 3)와 음용수는 자유 급여하였으며, 대조구의 경우 사료에 0.18% 소금을 첨가함으로써 사료와 음용수의 총 염도 측면에서 심층수1:20 처리구와 유사한 수준으로 제공하였다.

### 공시재료의 처리

시험 완료된 육계를 처리구당 5수씩(반복당 1수씩) 무작위로 선별하여 도살한 후 -2°C에서 24시간 동안 냉각시켰다. 이후 4-10°C 저온실에서 위생적으로 가슴육을 발골하여 일반성분 및 콜레스테롤 함량, 미네랄 조성, pH, 보수력 측정용 시료로 이용하였다. 그 외 표면육색 측정용 시료는 선상 폴리에틸렌 랩(O<sub>2</sub> transmission rate: 35,273 cc/m<sup>2</sup> at 24 h · atm; 0.01 mm thickness, 3M, Korea)으로 포장하고, 지방산화 검사용 시료는 저밀도 폴리에틸렌 지퍼백(Clean zipper bag, Cleanwrap Co., Ltd., Korea)에 넣어 4±0.2°C에서 9일 동안 저장하면서 품질변화를 측정하였다.

### 일반성분, 지방산 조성 및 콜레스테롤 함량

일반성분 함량은 AOAC(2007) 방법에 의해 실시하였다. 지방산 조성은 Folch 등(1957)과 AOAC(2007)의 방법에 따라 지질 추출 및 methylation을 실시하였다. 이후 가스크로마토그래피(6890N, Agilent Technologies, USA)에 의해 각 각의 지방산 성분들을 분석하였다(Table 4). 콜레스테롤 함량은 Du와 Ahn(2002)의 방법에 의해 실시하였으며, pyridine/sylon BFT의 반응물을 가스크로마토그래피(6890N, Agilent Technologies, USA)에 의해 분석하였다(Table 4).

### 무기질 함량

무기질 함량은 AOAC(2007)의 방법에 준하여 실시하였으며, 유도결합 플라즈마 분광기(PS950 ICP, Leeman Labs, Inc., USA)에 의해 시료의 소화액내 나트륨, 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 구리, 아연, 철 및 망간 함량을 분석하였다.

### pH, 보수력 및 가열감량

pH는 시료 10 g과 증류수 100 mL를 균질기(PH91, SMT Ltd., Japan)에 넣고, 10,000 rpm에서 1분 동안 균질한 후 pH 측정기(SevenEasy pH, Mettler-Toledo GmbH, Switzerland)로 측정하였다. 보수력은 Hofmann 등(1982)의 여지 압착법에 의해 실시하였으며, 최종 수치는 시료 면적과 전체 면적의 백분율(%)로 나타내었다. 가열감량은 Honikel(1998)의 방법에 의해 실시하였으며, 가열 중 발생한 육즙의 양을 가열전 무게의 백분율(%)로 산출하였다.

### TBARS

2-Thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)는 Sinnhuber와 Yu(1977)의 방법에 의해 실시하였다. 시료에

**Table 4. Analytical methods of fatty acid composition and cholesterol content using GC**

Instrumentation	
Chromatographic system	Agilent 6890N
Automatic sampler	Agilent 7683
Fatty acid composition	
Column	HP-Innowax (30 m length×0.25 mm id×0.50 µm film thickness, J & W Scientific, USA)
Inlet temperature	260°C
Split ratio	1:10
Carrier	He at 1 mL/min constant flow
Oven program	150°C for 1°C, 150-200°C at 15°C/min, 200-250°C at 2°C/min, 250°C for 10 min
FID temperature	280°C
Cholesterol content	
Column	HP-5 (30 m length×0.25 mm id×0.25 µm film thickness, J & W Scientific, USA)
Inlet temperature	290°C
Split ratio	1:100
Carrier	He at 1.5 mL/min constant flow
Oven program	180-260°C at 8°C/min, 260-280°C at 2°C/min, 280°C for 13 min
FID temperature	300°C

TBA 용액으로 반응시킨 후 532 nm에서 흡광도를 측정 (UV-mini-1240, Shimadzu, Japan)하였다. 최종 TBARS 함량은 측정된 흡광도 수치를 이용하여 시료 1 kg당 mg malonaldehyde(MA)로 산출하였다.

#### 표면육색

시료 표면의 명도(Lightness, CIE L\*), 적색도(Redness, a\*) 및 황색도(Yellowness, b\*)는 색차계(CR-400, Konica Minolta Sensing Inc., Japan)를 이용하여 측정하였다. 이때 표준 백색 판(2° observer; Illuminant C : Y=93.6, x=0.3134, y=0.3194)

**Table 5. Effect of deep sea watersupplementation on the proximate composition, pH value, water-holding capacity, and cooking loss of chicken meat**

Items	Treatments <sup>1)</sup>		
	Water (control)	DSW1:40	DSW1:20
Proximate composition (%)			
Moisture	73.28±0.35	73.55±0.44	73.33±0.40
Crude fat	1.97±1.02 <sup>a</sup>	0.91±0.11 <sup>b</sup>	1.39±0.53 <sup>ab</sup>
Crude protein	23.37±0.73 <sup>b</sup>	24.89±0.82 <sup>a</sup>	24.42±0.72 <sup>a</sup>
Crude ash	1.04±0.05	1.08±0.01	1.07±0.03
pH	5.91±0.06 <sup>b</sup>	5.75±0.06 <sup>c</sup>	6.14±0.13 <sup>a</sup>
Water-holding capacity (%)	65.30±6.98 <sup>a</sup>	51.15±4.60 <sup>b</sup>	68.77±9.57 <sup>a</sup>
Cooking loss (%)	24.19±1.11	24.85±2.68	24.16±1.52

<sup>a-c</sup> Means±SD in the same row with different superscripts differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup> Water (control), Broiler supplemented with water and basal diet containing 0.18% salt; DSW1:40 and DSW1:20, Broiler supplemented with deep sea water diluted with deionized water at 1:40 and 1:20 ratio (deep sea water:deionized water), respectively, and basal diet

의 색도는 명도=97.46, 적색도=0.08 및 황색도=1.81이었다.

#### 통계분석

본 실험을 통해 얻은 모든 자료는 SAS(1999)프로그램의 ANOVA(Analysis of variance)에 의해 통계분석을 실시하였으며, 각 평균간의 유의성 차이는 Duncan's multiple range test에 의해 5% 수준에서 검증하였다.

#### 결과 및 고찰

##### 일반성분 함량, pH, 보수력 및 가열감량

육계에 심층수를 급여하면, 고기의 일반성분 함량, pH 및 보수력(Table 5)에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 회석농도와 관계없이 심층수 급여구의 조단백질 함량이 각각 24.89%(심층수 1:40급여구) 및 24.42%(심층수 1:20급여구)로 대조구(식수)의 23.37%에 비해 유의적으로 높았으나( $p<0.05$ ), 심층수 급여구들간에 유의적인 차이는 보이지 않았다. 반면에 조지방 함량은 심층수 급여구에서 상대적으로 낮은 경향을 보였다. 특히 심층수 1:40급여구가 대조구(식수)에 비해 유의적으로 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 수분 및 조회분 함량은 세 급여구들간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

현재까지 심층수의 급여가 가금육의 조성에 미치는 영향에 대해서는 보고된 바 없으나, 심층수와 유사하게 복합 무기질로 구성된 광물질을 급여했을 때 가금육의 조성에 영향을 미쳤다는 보고들이 있다. 이에 대한 연구로서 Choi(2005)와 Kook 등(2005)은 각각 0-5% 황토 및 0-1.5% 규산염 광물질을 육용 가금에게 6주 동안 급여한 결과, 급여구의조지방 함량이 대조구(무급여구)에 비해 낮게 나타났다고 보고하였다. 따라서 이를 통해 일반 식수보다 무기질을 많이 함유하고 있는 심층수의 급여에 의해서도 육성분을 변화시킬 수 있다는 것을 알 수 있다. 무기질의 보강급여가 가축의 근육내 지방 함량을 어떠한 지각을 통해

감소시키는데 대해서는 밝혀져 있지 않으나, 심층수의 급여를 통해서도 유사한 작용이 이루어지는 것으로 나타났다.

pH는 심층수 1:20급여구가 다른 급여구들보다 유의적으로 높게 나타났던 반면( $p<0.05$ ), 심층수 1:40급여구는 다른 급여구들보다 유의적으로 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 보수력은 심층수 1:20급여구와 대조구(식수)가 심층수 1:40급여구보다 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 하지만 가열감량(Table 5)은 세 급여구들간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 고농도의 1:20 급여구와는 달리 저농도의 1:40 급여구에서 pH와 보수력이 감소한 이유는 명확히 알 수는 없다. 하지만 고기의 보수력은 pH에 의해 영향을 받는다는 Hamm(1982)의 보고와 같이, 낮은 pH로 인해 낮은 보수력이 발생된 것으로 사료된다.

#### 지방산 조성 및 콜레스테롤 함량

심층수의 급여가 닭고기의 지방산 조성 및 콜레스테롤 함량에 미치는 영향은 Table 6과 같다. 지방산 조성을 보면, 심층수 1:40급여구가 stearic acid(C18:0)와 총포화지방산 함량이 다른 급여구들에 비해 유의적으로 낮게 나타났으며( $p<0.05$ ), oleic acid(C18:1n9), arachidonic acid(C20:4n6), 총불포화지방산, 총단가불포화지방산과 총다가불포화지방산 함량은 유의적으로 높게 나타났다( $p<0.05$ ). 하지만 심층수의 농도가 상대적으로 높은 1:20급여구의 경우 모든 항목들에서 대조구(식수)와 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ).

Kim(2007)의 보고에 따르면, 규산염 광물질 1%가 함유된 사료를 육계에게 4주 동안 급여한 결과, stearic acid(C18:0)와 총포화지방산 함량이 대조구(무급여구)보다 낮았던 반면, oleic acid(C18:1n9)와 총불포화지방산 함량은 높았다고 보고하였다. 하지만 본 실험결과에서는 저농도의 1:40급여구에서만 Kim(2007)과 유사한 효과가 나타났다. 따라서 이는 급여한 심층수의 농도 또는 그 속에 함유된 무기질의 농도와 섭취량이 닭고기의 지방산 조성에 영향을 미치는 것을 시사하고 있다. 차후 심층수의 섭취량에 따른 근육의 지방산 조성에 대해 추가적으로 연구할 필요가 있다고 사료된다.

콜레스테롤 함량은 세 급여구들간에 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ). 현재까지 심층수의 급여가 가축의 근육내 콜레스테롤 함량에 미치는 영향에 대해서 보고된 바 없으나, 실험동물에 관한 소수의 연구들에서 혈중 콜레스테롤 함량에 미치는 영향에 대해 보고된 바 있다. 그중 Katsuda 등(2008)은 고콜레스테롤증의 토끼에게 식수와 경도 1,000 ppm의 심층수를 각각 6개월 동안 급여하여 혈중 콜레스테롤 함량을 측정된 결과, 두 급여구들간에 차이가 없었다고 보고하였다. 반면에 Yoshioka 등(2003)의 경우 고콜레스테롤증의 토끼에게 증류수(대조구)와 경도 28, 300 및 1,200 ppm의 심층수를 각각 4주 동안 급

**Table 6. Effect of deep sea watersupplementation on the fatty acid composition and cholesterol content of chicken meat**

Items	Treatments <sup>1)</sup>		
	Water (control)	DSW1:40	DSW1:20
Fatty acid (%)			
C14:0 (myristic acid)	1.70±0.22	1.73±0.19	1.59±0.16
C16:0 (palmitic acid)	22.54±0.46	22.30±0.48	22.98±0.58
C16:1n7 (palmitoleic acid)	4.27±0.35	4.18±0.05	4.11±0.53
C18:0 (stearic acid)	24.15±0.93 <sup>a</sup>	19.23±1.15 <sup>b</sup>	22.58±1.27 <sup>a</sup>
C18:1n9 (oleic acid)	27.02±0.73 <sup>b</sup>	31.19±1.21 <sup>a</sup>	28.27±2.21 <sup>b</sup>
C18:2n6 (linoleic acid)	15.38±0.80	15.51±1.01	15.42±0.50
C18:3n3 (linolenic acid)	0.64±0.04	0.68±0.03	0.66±0.05
C20:1n9 (eicosenoic acid)	0.53±0.02	0.52±0.07	0.51±0.01
C20:4n6 (arachidonic acid)	3.00±0.19 <sup>b</sup>	3.86±0.27 <sup>a</sup>	3.12±0.33 <sup>b</sup>
C22:4n6 (adrenic acid)	0.75±0.05	0.79±0.07	0.77±0.09
SFA <sup>2)</sup>	48.39±1.14 <sup>a</sup>	43.26±0.94 <sup>b</sup>	47.15±1.69 <sup>a</sup>
UFA <sup>3)</sup>	51.60±1.14 <sup>b</sup>	56.74±0.94 <sup>a</sup>	52.85±1.69 <sup>b</sup>
MUFA <sup>4)</sup>	31.83±0.87 <sup>b</sup>	35.89±1.11 <sup>a</sup>	32.89±1.70 <sup>b</sup>
PUFA <sup>5)</sup>	19.77±0.62 <sup>b</sup>	20.84±0.74 <sup>a</sup>	19.96±0.16 <sup>b</sup>
n6/n3	29.74±1.03	29.66±0.54	29.43±2.30
Cholesterol (mg/100 g meat)	59.27±1.11	59.16±1.34	59.67±2.47

<sup>a,b</sup>Means±SD in the same row with different superscripts differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>Water (control), Broiler supplemented with water and basal diet containing 0.18% salt; DSW1:40 and DSW1:20, Broiler supplemented with deep sea water diluted with deionized water at 1:40 and 1:20 ratio (deep sea water:deionized water), respectively, and basal diet

<sup>2)</sup>Saturated fatty acids

<sup>3)</sup>Unsaturated fatty acids

<sup>4)</sup>Monounsaturated fatty acids

<sup>5)</sup>Polyunsaturated fatty acids

여하여 혈중 콜레스테롤 함량을 측정된 결과, 심층수 급여구들이 대조구보다 낮았다고 보고하였다. 이들은 결과의 이유에 대해 Kovanen 등(1981)의 보고를 들어 설명하였다. 일반적으로 콜레스테롤을 과다 섭취할 경우 간세포의 LDL-콜레스테롤 receptor가 LDL-콜레스테롤로 포화되어 억제되고, 이로 인해 혈중 콜레스테롤이 간에 의해 완전히 처리되지 못하고 혈액에 남게 되어 고콜레스테롤증이 발생한다(Kovanen *et al.*, 1981). Yoshioka 등(2003)은 심층수가 이러한 간세포에서의 LDL-콜레스테롤 대사에 영향을 줌으로써 혈중 콜레스테롤을 감소시켰을 것이라고 토의하였다. 따라

**Table 7. Effect of deep sea water supplementation on the mineral content of chicken meat**

Items (ppm)	Treatments <sup>1)</sup>		
	Water (control)	DSW1:40	DSW1:20
Sodium (Na)	111.43±5.24 <sup>a</sup>	98.84±3.43 <sup>b</sup>	101.46±5.63 <sup>ab</sup>
Magnesium (Mg)	52.57±2.48	51.60±3.51	51.18±1.51
Calcium (Ca)	12.90±2.29	11.24±2.17	12.60±2.05
Potassium (K)	426.67±27.16 <sup>a</sup>	371.20±12.52 <sup>b</sup>	392.60±29.28 <sup>ab</sup>
Copper (Cu)	0.61±0.11	0.62±0.11	0.61±0.05
Zinc (Zn)	1.04±0.20	1.09±0.19	1.11±0.23
Iron (Fe)	2.09±0.17	2.01±0.23	2.04±0.19
Manganese (Mn)	0.33±0.01	0.33±0.01	0.34±0.02

<sup>a-b</sup>Means±SD in the same row with different superscripts differ significantly ( $p<0.05$ ).

<sup>1)</sup>Water (control), Broiler supplemented with water and basal diet containing 0.18% salt; DSW1:40 and DSW1:20, Broiler supplemented with deep sea water diluted with deionized water at 1:40 and 1:20 ratio (deep sea water:deionized water), respectively, and basal diet

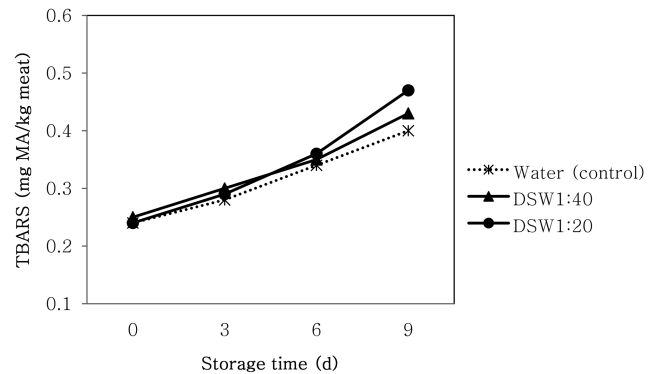
서 두 선행연구들에서 동일한 고콜레스테롤증의 토끼에게 심층수를 급여했음에도 불구하고 상반된 결과를 나타낸 것으로 미루어 보아 동물 체내 콜레스테롤 함량에 대한 심층수의 생리적 효과는 아직까지 불명확한 것으로 사료된다.

#### 무기질 함량

심층수의 급여가 닭고기의 무기질함량에 미치는 영향은 Table 7과 같다. 심층수1:40급여구의 나트륨과 칼륨 함량이 대조구(식수)에 비해 유의적으로 낮게 나타났다( $p<0.05$ ). 하지만 그 외 다른 성분들에서는 세 급여구들간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. Hataguchi 등(2005)에 의하면, 아토피성 피부염의 환자들에게 심층수(경도 1000 ppm)를 6개월 동안 섭취시킨 후 머리카락의 무기질 함량을 측정 한 결과, 칼륨과 함께 독성 중금속인 크롬과 납의 함량이 감소하였다고 보고하였다. 따라서 본 실험과 선행연구의 결과들로 미루어 봤을 때 심층수의 급여가 동물 체내에서 칼륨을 포함한 특정 무기질 함량을 감소시킨다는 것을 알 수 있다. 또한 본 연구에서는 Table 1에 나타난 기타 무기질들을 모두 분석하지는 못하였으나, 향후 심층수의 급여가 가축 근육내 미량 원소들의 함량에 미치는 영향에 대해 추가적으로 연구할 필요가 있다고 사료된다.

#### TBARS 및 표면육색

심층수의 급여가 닭고기의 저장 중 지방산화(TBARS)에 미치는 영향은 Fig. 1과 같다. 저장기간 동안 모든 처리구의 TBARS는 증가하였으나, 6일째까지는 처리구들간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 하지만 저장 9일째에 상대적으로 농도가 높은 심층수 1:20급여구가 대조구(식수)



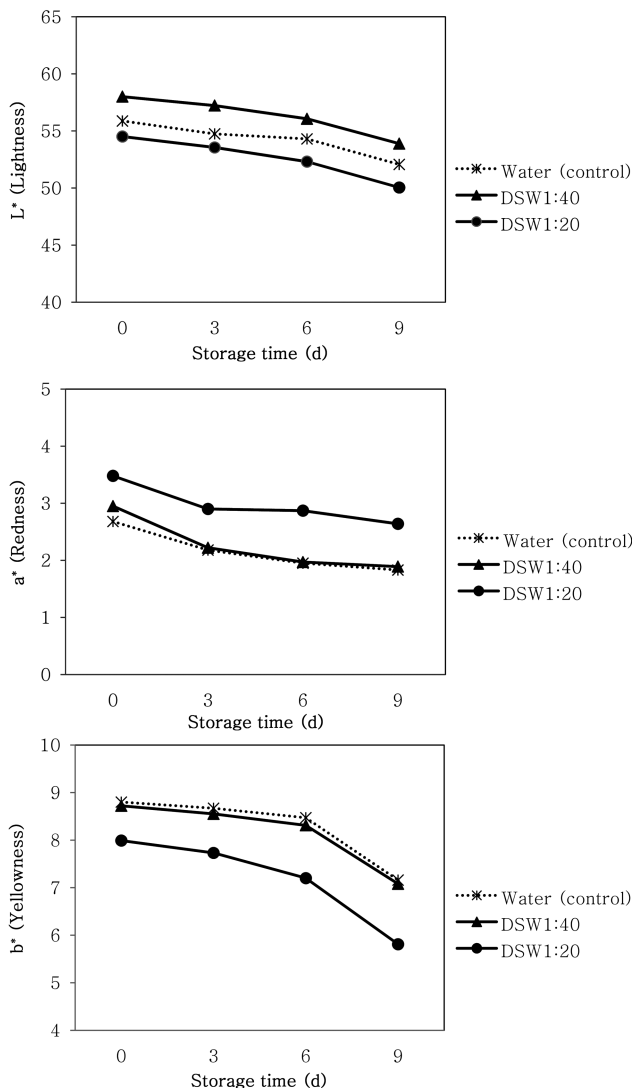
**Fig. 1. Effect of deep sea water supplementation on the TBARS level of chicken meat during storage at 4°C.** Water (control), Broiler supplemented with water and basal diet containing 0.18% salt; DSW1:40 and DSW1:20, Broiler supplemented with deep sea water diluted with deionized water at 1:40 and 1:20 ratio (deep sea water:deionized water), respectively, and basal diet

보다 유의적으로 높은 TBARS 값을 보였다( $p<0.05$ ). 심층수1:40급여구도 대조구(식수)보다 높은 경향을 보였지만, 유의적인 차이는 보이지 않았다( $p<0.05$ ). 따라서 본 실험에서 급여 심층수의 농도가 높을수록 닭고기의 저장중 지방산화가 빨리 촉진되는 것으로 나타났다. 또한 심층수의 급여가 지방산화를 촉진시키는 이유는 심층수내 일부 무기질이 고기에 축적, 이온화되어 육색소로부터 철이온을 유리시키고, 이 유리철이 지방산화를 촉진(Kanner *et al.*, 1991; Ogawa and Fujimoto, 2002; Wettasinghe and Shahidi, 1996)시켰기 때문으로 사료된다.

육색(Fig. 2) 역시 심층수 급여에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 명도(L\*)의 경우 심층수 1:20급여구가 저장기간 동안 다른 급여구들에 비해 유의적으로 낮게 나타났으나( $p<0.05$ ), 이와 반대로 심층수 1:40급여구는 유의적으로 높게 나타났었다( $p<0.05$ ). 적색도(a\*)는 심층수 1:20급여구가 저장기간 동안 다른 급여구들에 비해 유의적으로 높게 나타났었다( $p<0.05$ ). 하지만 심층수 1:40급여구와 대조구(식수)간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 황색도(b\*)는 심층수 1:40급여구와 대조구(식수)가 저장기간 동안 심층수1:20급여구보다 높게 나타났었다( $p<0.05$ ). 따라서 심층수를 1:20의 비교적 높은 농도로 희석 급여했을 때 저장기간 동안 어둡고 붉은 육색을 유지한 반면, 1:40의 낮은 농도로 희석 급여했을 때에는 밝은 육색을 유지하였다. 하지만 소비자의 기호도를 고려한다면, 1:40로 희석한 심층수를 급여함으로써 밝은 육색의 닭고기를 생산하는 것이 바람직하다고 사료된다.

#### 요 약

본 연구는 육계에게 심층수를 급여했을 때 도축 후 닭



**Fig. 2.** Effect of deep sea water supplementation on the meat color of chicken meat during storage at 4°C. Water (control), Broiler supplemented with water and basal diet containing 0.18% salt; DSW1:40 and DSW1:20, Broiler supplemented with deep sea water diluted with deionized water at 1:40 and 1:20 ratio (deep sea water:deionized water), respectively, and basal diet

고기의 품질 특성에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다. 1일령 육용 병아리(Ross 308)를 음용수의 종류에 따라 세 처리구로 나누어 각각 식수(대조구)와 1:40 및 1:20(심층수:증류수)의 비율로 희석한 심층수들을 28일 동안 급여하였으며, 대조구의 경우 0.18% 소금이 첨가된 기초사료를 급여하였다. 육성 완료 후 각 처리구마다 5수씩 도살하여 가슴육을 채취한 후 4°C에서 9일 동안 저장하였다. 그 결과, 1:40 및 1:20 심층수의 급여 모두 닭고기의 콜레스테롤 함량에 영향을 미치지 못하는 못하였다. 하지만 1:40으로 희석한 심층수를 급여시 지방 함량, 보수력, 나트륨과 칼륨 함량이 감소하였으나( $p < 0.05$ ), 불포화지방산 함량

과 명도는 증가하였다( $p < 0.05$ ). 1:20으로 희석한 심층수의 경우 적색도가 증가하였으나( $p < 0.05$ ), 명도와 황색도( $p < 0.05$ ), TBARS 억제력은 감소하였다. 반면에 보수력, 지방산 조성 및 무기질 함량에는 영향을 미치지 못하였다. 따라서 심층수의 급여 농도가 증가함에 따라 닭고기의 육색이 더 붉어졌으나, 지방산화 안정성은 감소하였다. 하지만 다른 육질 항목들에 대한 급여 효과를 명확히 알기 위해서는 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국수자원공사의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Aiello, S. E. and Mays, A. (1998) The Merck Veterinary Manual. 8th ed, Merck & Co., Inc., Whitehouse Station, NJ, USA, pp. 2015-2160.
- Aviagen (2007) Ross 308 broiler : nutrition specification. Available from: [http://www.aviagen.com/ss/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/Ross\\_308\\_Broiler\\_Nutrition\\_Spec.pdf](http://www.aviagen.com/ss/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross_308_Broiler_Nutrition_Spec.pdf). Accessed Jan. 10, 2011.
- AOAC (2007) Official methods of analysis. 18th ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Cho, W. M., Choi, S. B., Paek, B. H., Ahn, B. S., Kim, J. S., Kang, W. S., Lee, S. K., and Song, M. K. (2000) Effects of dietary supplements of clay mineral on the growth performance and immunity in Hanwoo calves. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **42**, 871-880.
- Choi, I. (2005) Effects of dietary supplementation of loess on the performance and meat quality of broiler chicks. *Korean J. Poult. Sci.* **32**, 1-7.
- Du, M. and Ahn, D. U. (2002) Simultaneous analysis of tocopherols, cholesterol, and phytosterols using gas chromatography. *J. Food Sci.* **67**, 1696-1700.
- Folch, J., Lees, M., and Stanley, G. H. S. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-509.
- Hamm, R. (1982) Über das wasserbindungsvermögen des fleisches. *Fleisch.* **33**, 590-599.
- Hataguchi, Y., Tai, H., Nakajima, H., and Kimata, H. (2005) Drinking deep-sea water restores mineral imbalance in atopic eczema/dermatitis syndrome. *Eur. J. Clin. Nutr.* **59**, 1093-1096.
- Hofmann, K., Hamm, R., and Blüchel, E. (1982) Neunes über die bestimmung der wasserbindung des fleisches mit hilfe der filterpapierpressmethode. *Fleischwirtschaft* **62**, 87-92.
- Honikel, K. O. (1998) Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Sci.* **49**, 447-457.
- Hwang, H. S., Kim, S. H., Yoo, Y. G., Chu, Y. S., Shon, Y. H.,

- Nam, K. S., and Yun, J. W. (2009) Inhibitory effect of deep-sea water on differentiation of 3T3-L1 adipocytes. *Mar. Biotechnol.* **11**, 161-168.
13. Jin, S. K., Kim, I. S., Song, Y. M., Kang, S. N., Jong, J. Y., Oh, H. S., and Min, C. S. (2009) The effect of ion water and premixed mineral supplementation on the growth performance, carcass, and meat quality parameters in finishing pigs. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **29**, 252-259.
  14. Kanner, J., Harel, S., and Jaffe, R. (1991) Lipid peroxidation of muscle food as affected by NaCl. *J. Agric. Food Chem.* **39**, 1017-1021.
  15. Katsuda, S., Yasukawa, T., Nakagawa, K., Miyake, M., Yamasaki, M., Katahira, K., Mohri, M., Shimizu, T., and Hazama, A. (2008) Deep-sea water improves cardiovascular hemodynamics in Kurosawa and Kusanagi-hypercholesterolemic (KHC) rabbits. *Biol. Pharm. Bull.* **31**, 38-44.
  16. Keohavong, B., Lee, J. Y., Lee, J. H., Yun, S. M., Lee, M. H., Lee, S. K., Kim, G. Y., and Ohh, S. J. (2010) Effects of drinking reverse-osmosis treated deep sea water on growth performance and immune response in broiler chickens. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **52**, 213-220.
  17. Kim, Y. J. (2007) Effect of dietary supplementation with probiotics, illite, active carbon and hardwood vinegar on the performance and carcass characteristics of broiler. *Korean J. Poult. Sci.* **34**, 165-172.
  18. Kim, Y. and Oh, Y. (2009) Trends of patent applications for foods using deep sea water. *Food Sci. Ind.* **42**, 40-44.
  19. Kong, C. S., Ju, W. S., Kil, D. Y., Lim, J. S., Yun, M. S., and Kim, Y. Y. (2004) Effect of silicate mineral filtered water and silicate mineral additive on growth performance and pork quality. *Korean J. Anim. Sci. Technol.* **46**, 743-752.
  20. Kook, K., Kim, J. E., Jeong, J. H., Kim, J. P., Sun, S. S., Kim, K. H., Jeong, Y. T., Jeong, K. H., Ahn, J. N., Lee, B. S., Jeong, I. B., Yang, C. J., and Yang, J. E. (2005) Effects of supplemental alkali feldspar-illite on growth performance and meat quality in broiler ducks. *Korean J. Poult. Sci.* **32**, 245-254.
  21. Kovanen, P. T., Brown, M. S., Basu, S. K., Biheimer, D. W., and Goldstein, J. L. (1981) Saturation and suppression of hepatic lipoprotein receptors: a mechanism for the hypercholesterolemia of cholesterol-fed rabbits. *P. Natl. Acad. Sci. USA* **78**, 1396-1400.
  22. Lee, S. H., Seo, S. H., Um, J. S., and Paik, I. K. (1996) Effects of supplementing of aluminosilicate MAXIMINERAL(72) on the performance of broiler chickens. *Korean J. Poult. Sci.* **23**, 121-128.
  23. Linder, M. C. (1991) Nutritional biochemistry and metabolism. 2nd ed, Elsevier Scientific Publishing Company, NY, USA.
  24. Liu, T. K., Hwung, H. H., Yu, J. L., and Kao, R. C. (2008) Managing deep ocean water development in Taiwan: experiences and future challenges. *Oce. Coa. Man.* **51**, 126-140.
  25. Nakasone, T. and Akeda, S. (2000) The application of deep sea water in Japan. Proc. 28th UJNR Aquac. Panel Symp., UJNR Tech. Rep., pp. 69-75.
  26. NRC (1974) Nutrients and toxic substances in water for livestock and poultry. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC, USA.
  27. Ogawa, T. and Fujimoto, T. (2002) Characteristic of the Japan Sea Proper Water. *Ann. Rep. Inst. Environ. Geol. Sci.* **13**, 69-79.
  28. SAS (1999) SAS/STAT software for PC. Release 8.01, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
  29. Sasaki, T. (2001) Deep seawater. Bestsellers Publishers Co., Ltd., Tokyo, Japan.
  30. Sinnhuber, R. O. and Yu, T. C. (1977) The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J. Jpn. Soc. Fish. Sci.* **26**, 259-267.
  31. Watanabe, M., Ohtsu, J., and Otsuki, A. (2000) Daily variations in nutrient concentrations of seawater at 321 m depth in Toyama Bay, Japan Sea. *J. Oceanogr.* **56**, 553-558.
  32. Wettasinghe, M. and Shahidi, F. (1996) Oxidative stability of cooked comminuted lean pork as affected by alkali and alkali-earth halides. *J. Food Sci.* **61**, 1160-1164.
  33. Yoshioka, S., Hamasa, A., Cui, T., Yokota, J., Yamamoto, S., Kusunose, M., Miyamura, M., Kyotani, S., Kaneda, R., Tsutsui, Y., Odanl, K., Odanl, I., and Nishioka, Y. (2003) Pharmacological activity of deepsea water: examination of hyperlipemia prevention and medical treatment effect. *Biol. Pharm. Bull.* **26**, 1552-1559.
  34. 김현주 (2005) 21세기 인류를 위한 순환 재생형 해양자원 : 해양심층수의 개발 및 이용. 도서출판 신기술, 서울, pp. 62-69.

(Received 2010.9.8/Revised 2011.1.13/Accepted 2011.1.14)