

弱酸性次亜塩素酸水を飲水消毒に用いた場合の殺菌効果および ブロイラー種鶏の育成率と産卵率への影響

小野朋子¹・三宅真名¹・安本 良¹・山下光治¹・
藤井秀家²・中山英治²・内藤一郎³・佐藤勝紀⁴

¹株式会社エイチ・エス・ピー, 岡山県岡山市江崎 702-8005

²株式会社福田種鶏場, 岡山県赤磐市坂辺 701-2202

³岡山大学・大学院医歯薬学総合研究科, 岡山県岡山市鹿田町 700-8558

⁴岡山大学・大学院自然科学研究科, 岡山県岡山市津島 700-8530

飲水を介した感染症蔓延の防止法として、養鶏場において飲水消毒の重要性はますます高まっている。次亜塩素酸ナトリウム水溶液を塩酸で弱酸性に調製した弱酸性次亜塩素酸水について飲水消毒の資材として有用性の検討を行った。ブロイラー種鶏（雌：白色ロック種）16,440羽を用い、試験区と対照区に8,220羽（餌付け時）づつ割り付けて、試験区は有効塩素濃度50ppm、pH 5.5～6.5の弱酸性次亜塩素酸水を、対照区は水道水を各々1週齢から63週間ベル型給水器にて自由飲水させた。給水システム内の各地点から水を採取し、遊離並びに総塩素濃度を測定するとともに、一般生菌、カビ、ブドウ球菌、サルモネラ属菌、大腸菌群の生菌数の計測を行った。また、弱酸性次亜塩素酸水を飲水させた場合の雌雛の育成率、生存率並びに産卵率への影響についても検討した。

残留塩素濃度は給水システムの下流ほど低下するが、試験区では遊離塩素濃度1.1ppm、結合塩素濃度13.5ppmを維持していた。生菌数は残留塩素濃度が高いほど低い傾向が認められ、試験区では有意に低かった。特に、試験区ではサルモネラ属菌並びに大腸菌群の生菌数が検出限界以下となり、グラム陰性菌に対して高い殺菌効果が認められた。育成率は試験区が有意に高く、特に1～2週齢時の育成初期において効果が高かった。以上の結果より、弱酸性次亜塩素酸水は鶏に長期間飲水させた場合、初期の育成率を高めるとともに、給水器を介したグラム陰性菌の感染拡大を阻止することが示唆された。よって、弱酸性次亜塩素酸水は飲水消毒資材として有用であり、実用化が期待される。

キーワード：弱酸性次亜塩素酸水、飲水消毒、生菌数、育成率、産卵率

緒 言

養鶏業界において鶏の感染症の蔓延を防止することは重要な課題であり、その方法の一つとして飲水の消毒が挙げられる。2003年に国内で発生した高病原性鳥インフルエンザにおいては、野鳥の糞便で汚染された飲水からの感染の危険性が指摘されており、農林水産大臣公表の指針（2004）では基本方針の中で「給水用の水は、飲用

に適したものか消毒したものをを用いる。」とされている。また、感染した鶏の鼻汁や唾液中に含まれる細菌やウイルスが給水器内に混入し、感染が拡大することが指摘されており（横関正直，1985），飲水消毒の重要性はますます高まっている。

本研究では、飲水消毒の資材として弱酸性次亜塩素酸水を取り上げ、有用性の検討を行った。弱酸性次亜塩素酸水は、次亜塩素酸ナトリウム水溶液を塩酸でpH 5.5～6.5に調製したものであり、食品添加物に指定されている（厚生労働省医薬食品局，2004）。図1に示すように、次亜塩素酸水中の塩素の存在形態はpHによって異なり（Fukuzaki, 2006），pHを弱酸性に調整することにより分子形の次亜塩素酸が主成分となる。分子形の次亜塩素酸はイオン形の次亜塩素酸イオンよりも殺菌効果が高く

2007年3月12日受付，2007年8月17日受理

連絡者：小野朋子

〒702-8005 岡山県岡山市江崎 56-5

Tel：086-277-0888

Fax：086-274-8639

E-mail：ono@hsp-net.co.jp

(丹保・小笠原, 1999), 多種の細菌, カビに対して高い殺菌効果を有し, 耐熱性および耐薬品性を有する芽胞菌である *B. subtilis* に対しても有効であることが知られている (平成 13 年度地域技術起業化推進助成事業, 2001)。近年, 養鶏分野での利用について鶏舎内洗浄や卵殻表面の洗浄等で検討が進められており (山内・森, 2000), 高い殺菌効果が得られている。

本報告では, 弱酸性次亜塩素酸水の飲水消毒資材としての利用性を検討するため, 給水システム内での殺菌効果を測定するとともに, プロイラー種鶏の飼育期間を通して弱酸性次亜塩素酸水を飲水させた場合のプロイラー種鶏の育成率, 生存率および産卵率への影響について検討した。

材料と方法

1. 弱酸性次亜塩素酸水の調製と供給

弱酸性次亜塩素酸水は Steri-Mixer 600SME ((株)エイチ・エス・ピー 岡山県岡山市) を用いて, 12% 次亜塩素酸ナトリウムおよび 8% 塩酸を水道水で希釈混合

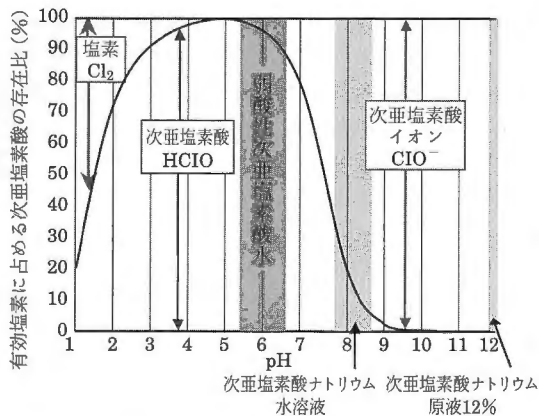


図 1. 水中での有効塩素の存在形態と pH の関係
参考文献
「浄水の技術」丹保憲仁・小笠原絃一共著
(1985) 技報堂出版 一部加筆

し, 有効塩素濃度 50 ppm, pH 5.5~6.5 に調製した。

試験区には弱酸性次亜塩素酸水を, 対照区には水道水を給与した。弱酸性次亜塩素酸水および水道水は各々給水タンクに貯め, 配管を通じて各ベル型給水器に供給した (図 2)。餌付けから 1 週間 (0 週齢) はすべてのヒナに弱酸性次亜塩素酸水を飲水させ, 1 週齢時より試験を開始した。

2. 供試鶏および飼育管理

供試鶏はプロイラー種鶏 (雌: 白色ロック種) の初生ヒナを導入し, 2005 年 5 月 28 日餌付とした。試験飼料は市販飼料を用い, 0~2 週齢では CP 22.0%, ME 3,060 kcal/kg, 2~6 週齢では CP 18.5%, ME 2,850 kcal/kg, 6~18 週齢では CP 13.5%, ME 2,750 kcal/kg, 18~64 週齢では CP 15.5%, ME 2,750 kcal/kg に調製されたものを給与した。試験区並びに対照区は, 供試鶏 16,440 羽を用い, 8,220 羽 (餌付け時) づつ割り付けて 1,190 m² の 2 つの鶏舎に区分し, 平飼い飼育した。

3. 評価項目

3.1 残留塩素濃度の測定

55 週齢時に試験区および対照区の給水タンク内中央部 1 ケ所 (n=1), 給水器の流入口 2 ケ所 (n=2) および給水器内部 5 ケ所 (n=5) から飲水を採取した。遊離塩素濃度は残留塩素濃度測定器 (柴田科学株式会社, 東京都台東区) を用いて DPD 法にて測定し, 総塩素濃度は残留塩素比色測定器 (アドバンテック東洋株式会社, 東京都台東区) を用いて KI 法にて測定した。結合塩素濃度は総塩素濃度から遊離塩素濃度を差し引いて算出した。

3.2 生菌数の測定

生菌数は, 一般生菌, カビ, ブドウ球菌, サルモネラ属菌, 大腸菌群の 5 種を測定した。3.1 で採取した飲水を滅菌生理食塩水を用いて適宜 10 倍段階希釈した後, それぞれ下記の各種培地に平板塗抹し, 37°C, 48 時間培養し, 増殖したコロニーを数え, 生菌数を算出した。使用培地は, 一般生菌数では標準寒天培地 (日水製薬株式会社, 東京都豊島区), カビ数ではポテトデキストロース寒天培地 (日水製薬株式会社), ブドウ球菌数ではマンニット食塩寒天培地 (日水製薬株式会社), サルモネラ属

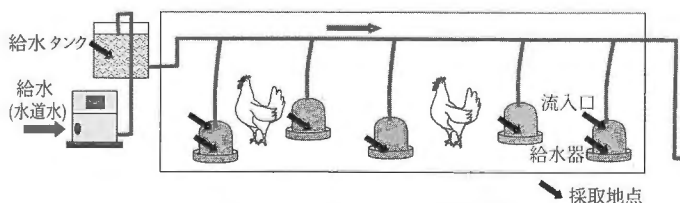


図 2. 弱酸性次亜塩素酸水 飲水消毒システム

菌数ではブリリアントグリーン寒天培地 (BECTON DICKINSON, Maryland USA), 大腸菌群数ではデゾキシコレート寒天培地 (MERCK, Darmsradt, Germany) とした。

3.3 育成率, 生存率及び産卵率の算出

試験区並びに対照区の鶏の斃死数並びに淘汰数を 1 週間ごと調査し, 試験開始 (1 週齢時) から 24 週齢時までの育成率並びに 24 週齢から淘汰 (64 週齢時) までの生存率を以下の式で算出した。なお, 24 週齢時に試験区並びに対照区の鶏の生存羽数が同数になるよう調整し, 生存率は 24 週齢時の生存羽数を母数として同様に算出した。

$$\text{育成率} = \left(1 - \frac{\text{斃死数} + \text{淘汰数}}{1 \text{ 週齢時生存羽数}}\right) \times 100$$

$$\text{生存率} = \left(1 - \frac{\text{斃死数} + \text{淘汰数}}{24 \text{ 週齢時生存羽数}}\right) \times 100$$

産卵率は, 24 週齢時から 64 週齢時までの 1 週間毎の平均値からヘンデイ産卵率を算出した。なお, 同種鶏場で同月に餌付けした過去 4 年分のヘンデイ産卵率についても算出して平均値を求めた。

3.4 統計分析

各種の生菌数は給水タンク, 給水器流入口および給水器内における平均値と標準偏差で表し, 給水器内の菌数については Student's-t 検定で試験区と対照区間で有意差の検定を行なった。育成率および生存率は 1 週間毎に値を求め, χ^2 検定を行ない比較した。産卵率は 1 週間毎の平均値を角変換した後, 10 週毎に Student's-t 検定で有意差の検定を行なうとともに, 試験区と対照区および過去 4 年平均分の産卵率の平均値と比較した。

結 果

鶏舎内で採取した各地点の水の残留塩素濃度の平均値を図 3 に示す。試験区の給水タンク内の残留塩素はすべて遊離塩素として存在し, 遊離塩素濃度は 50 ppm であった。給水器の流入口では遊離塩素濃度は 30.5 ppm に低下し, 結合塩素濃度は 12 ppm に増加した。さらに, 鶏が水を飲む地点である給水器内では遊離塩素濃度は 1.1 ppm に低下し, 結合塩素濃度は 13.5 ppm とわずかに上昇した。一方, 対照区では給水タンク内は遊離塩素濃度が 0.07 ppm, 結合塩素濃度が 0.2 ppm であった。しかし, 給水器の流入口並びに給水器内部においては遊離塩素および結合塩素は検出されなかった。

給水システム内の各地点で検出された生菌数を図 4 に示す。一般生菌数は試験区の給水タンクでは検出限界以下であったが, 給水器内では 1.3×10^8 CFU/ml となり, 給水システムの下流ほど菌数が増加した。一方, 対照区では給水タンク内 2.7×10^8 CFU/ml から給水器内 $4.4 \times$

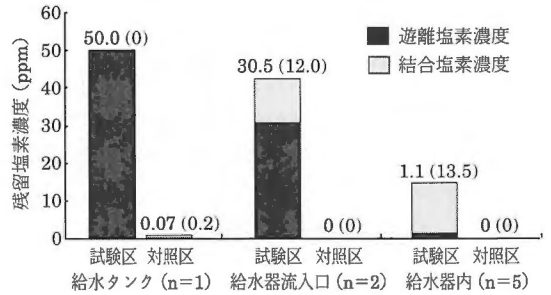


図 3. 各地点における遊離塩素濃度および結合塩素濃度
数値は遊離塩素濃度 (結合塩素濃度)

10^6 CFU/ml の値となり, 下流ほど著しい菌数の増加が認められ, 給水器内の菌数は試験区では有意に低い値を示した。カビ数は試験区の給水タンクでは検出限界以下であったが給水器内では増加が認められた。対照区では給水タンク 1.1×10^8 CFU/ml から給水器内 8.6×10^2 CFU/ml となり, 増加はほとんど認められないものの試験区よりも有意に高い値であった。ブドウ球菌数は, 試験区では給水タンクが検出限界以下, 給水器内 1.2×10^3 CFU/ml, これに対して対照区では給水タンク内 1.8×10^3 CFU/ml, 給水器内 3.3×10^6 CFU/ml となり, 一般生菌数の場合と同様に試験区が対照区より有意に低い値となった。グラム陰性菌であるサルモネラ属菌並びに大腸菌群の数は, 試験区では給水タンク, 給水器流入口, 給水器内がいずれも検出限界以下 (< 10 CFU/ml) であったのに対して, 対照区は給水システムが下流になるほど増加し, 給水器内では各々 2.3×10^5 CFU/ml, 2.2×10^4 CFU/ml であった。このように, 試験区の生菌数は, 対照区と比較して有意に低くなる傾向が認められた。

育成率並びに生存率を図 5, 図 6 に示す。2 週齢時の試験区並びに対照区の育成率は各々 99.6%, 98.8% と最も差が大きく, 全期間を通して試験区が有意に高い傾向が認められた。生存率は, 25~27 週齢時は試験区が有意に高い値を示したが, その後は 64 週齢時まで差は認められなかった。

24~64 週齢時の 10 週毎の産卵率の平均値を表 1 に示す。試験区と対照区および過去 4 年分の産卵率の値と比較したところ, 対照区との比較では 35~54 週齢時に, 過去 4 年分の産卵率との比較では 35~44 週齢時に有意に低い傾向が認められたが ($p < 0.05$), 全期間を通した産卵率には有意差は認められなかった。

考 察

弱酸性次亜塩素酸水などの塩素系薬剤は, 有機物と容

小野ら：弱酸性次亜塩素酸水の飲水の殺菌効果

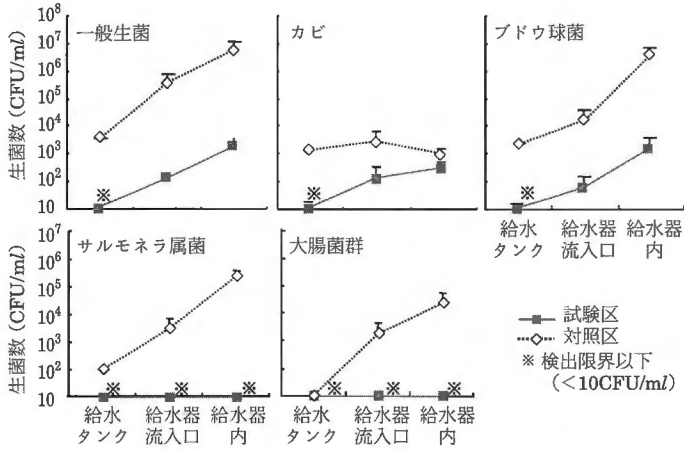


図 4. 試験区および対照区の各地点の生菌数

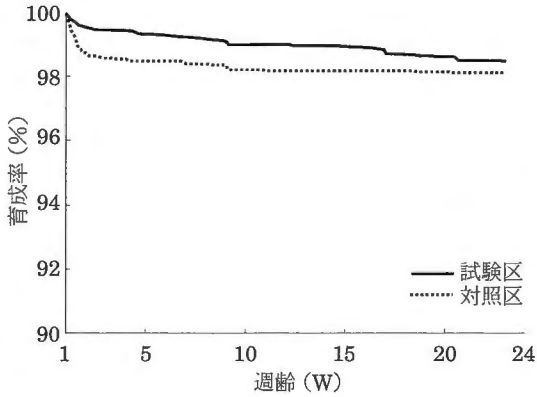


図 5. 弱酸性次亜塩素酸水の飲水が餌付け後 1～24 週齢時までの育成率に及ぼす影響

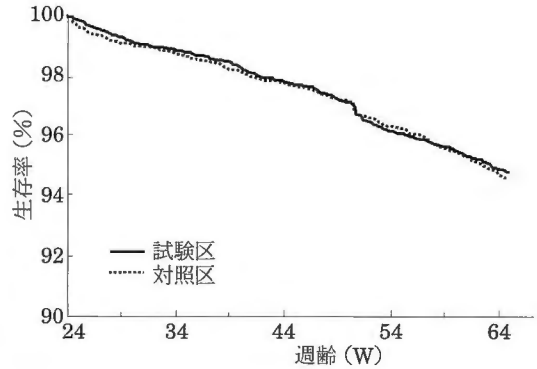


図 6. 弱酸性次亜塩素酸水の飲水が 24～64 週齢時までの生存率に及ぼす影響

表 1. 弱酸性次亜塩素酸水の飲水が 24～64 週齢時までの産卵率に及ぼす影響

週齢	試験区	対照区	過去 4 年分 平均	チャンキー種鶏 成績目標値
25～34	68.9±21.9	69.6±22.9	66.0±27.9	68.1±26.8
35～44	74.3±2.4	77.9±1.9*	77.3±3.2*	77.3±3.5*
45～54	66.8±2.9	69.7±2.9*	66.8±2.8	65.4±3.7
55～64	56.5±3.1	56.3±3.6	56.4±3.6	53.0±3.8
全期間	66.7±12.4	68.4±13.5	66.0±15.6	65.9±12.5

1) 平均値±標準偏差 * p<0.05 で有意差あり

易に反応して遊離塩素が結合塩素に変化し、また還元されて残留塩素濃度が低下して殺菌効力が低下することが知られている(福崎, 2006)。遊離塩素は殺菌効力が高い

半面、反応性に富むため失活しやすい。結合塩素は他の有機物との反応速度が遅く殺菌効力が低い反面、持続性があることが報告されている(Tahseen, 2005)。試験区

では給水タンク内の残留塩素はすべて遊離塩素であった。しかし、給水システムの下流ほど残留塩素は低下し、給水器内では給水タンクの 29.2% となり、残留塩素濃度の 92.5% が結合塩素として存在していた。一方、対照区の給水タンク内では水道水に含まれる残留塩素が検出されたが、給水器内部までは残留塩素濃度が維持できないことが明らかとなった。これらの残留塩素濃度の低下は、給水システム内の汚れや、鶏舎内の糞や埃などの有機物が混入したことによるものと考えられ、配管内や給水器の洗浄等が重要である。

給水システム内の生菌数を調査した結果、試験区においては給水タンク内には各菌種とも生菌数は検出限界以下となり、給水システムの下流ほど生菌数が増加する傾向が認められた。試験区での大腸菌群数並びにサルモネラ属菌数はすべての地点において検出限界以下となっていることから、弱酸性次亜塩素酸水はグラム陰性菌に対して特に効果が高いことが判明した。養鶏業界ではサルモネラ菌による鶏卵の汚染や緑膿菌症、大腸菌症などグラム陰性菌が原因となって発生する疾病が多くあることから(社団法人全国家畜産物衛生指導協会, 2006)、これらの衛生管理に非常に有効であることが判った。一方、対照区の給水タンク内には残留塩素が検出されているにもかかわらず、大腸菌群を除く各種生菌が検出された。対照区でも給水システムの下流ほど生菌数が増加する傾向が認められ、ブドウ球菌を含めたグラム陽性菌の増殖の可能性が示唆された。現在、鶏舎内での飲水には水道水を使うことが推奨されているが、給水システム内で水道水が汚染されることから、弱酸性次亜塩素酸水の添加が必要であると考えられる。また、現場によって給水器の種類や配管内の汚染度が異なり、有効塩素濃度の低下の度合も異なることが考えられる。本実験では給水タンク内の有効塩素濃度を 50 ppm に設定したが、鶏が飲水する水の有効塩素濃度や pH を確認し、システム内での有効塩素濃度の低下を加味した上で供給する水の有効塩素濃度を設定する必要があると考えられる。

弱酸性次亜塩素酸水を長期間にわたって飲水させた場合の安全性並びに生産性に及ぼす影響についてはほとんど検討されていないが、次亜塩素酸ナトリウム水溶液を採卵鶏に飲水させた場合の結果が報告されている。この報告によると、有効塩素濃度 50~400 ppm の次亜塩素酸ナトリウムを 28 日間給水し、400 ppm 以下の濃度であれば産卵率などの生産性や血液性状などの生理面に大きな影響を及ぼさないことが明らかにされている(合田, 2006)。本試験で用いた飲水は給水タンク内での有効塩素濃度が 50 ppm であり、さらに高い有効塩素濃度での利用の可能性も示唆される。また、本試験での結果、

試験区の育成率は有意に高く、特に餌付け初期に高いことが認められた。この理由として、餌付け初期ではヒナの抵抗力が弱く弱酸性次亜塩素酸水の飲水効果が現れたものと考えられる。

産卵率は、35~44 週齢時において、試験区の産卵率が、対照区、過去 4 年分平均およびチャンキー種鶏成績目標値(日本チャンキー, 2002)よりも有意に低かったが、その後回復し、全期間を通しての試験区の産卵率の推移は過去 4 年分の産卵率およびチャンキー種鶏の週齢別産卵率の成績目標値との間にも差は認められなかった。この生残率の低下の原因については、引き続き検討する必要があると考えられる。

本研究では、弱酸性次亜塩素酸水の安全性や生産性に及ぼす影響について、育成率、生存率並びに産卵率の面から検討を加えたが、この試験と併行して生体重、各種臓器重量、血液性状を測定するとともに各種臓器については組織学的検討を進めている。

以上の結果より、弱酸性次亜塩素酸水は鶏が長期間飲水しても生存率は影響がなく、初期の育成率を高めると同時に、給水器を介したグラム陰性菌の感染拡大を阻止することが明らかとなった。よって、弱酸性次亜塩素酸水は飲水消毒資材として有用であり、実用化が期待される。

引用文献

- 農林水産大臣公表(2004) 高病原性鳥インフルエンザに関する特定家畜伝染病防疫指針。
 横関正直(1985) 飲水消毒—呼吸器病の伝染防止。鶏友, 572, p60-66。
 厚生労働省医薬食品局(2004) 食安基発第 0825001 号。
 Fukuzaki S (2006) Mechanisms of actions of sodium hypochlorite in cleaning and disinfection processes. *Biocontrol Sci.*, 11 (4), p147-157。
 丹保憲仁・小笠原紘一(1999) 浄水の技術。p100-106, 技報堂出版株式会社。
 pH 調整次亜塩素酸ナトリウム水の殺菌効果検証とその応用研究(2001) 岡山県産業振興財団, 平成 13 年度地域技術起業化推進助成事業。
 山内章江, 森 尚之, 河原貴裕, 辻 誠之(2000) よりよい鶏卵肉の生産管理技術—鶏舎消毒における弱酸性次亜塩素酸ソーダ水の効果の検討—。岡山県総合畜産センター研究報告 11 号, p. 63-65。
 福崎智司(2006) 次亜塩素酸ナトリウムの特性と洗浄・殺菌への効果的な利用。食品工業, 49 (16), p36-43。
 Tahseen A (2005) Chlorinating drinking water on poultry farms. *World Poultry*, 21 (5), p24-25。
 社団法人全国家畜産物衛生指導協会(2006) 養鶏における生産システムと疾病の防除対策。
 合田修三, 松岡三知世, 西井真理, 八木 充(2005) 飲水の塩素濃度が採卵鶏へ及ぼす影響。京都府畜産技術センター試験研究成績第 2 号, p74-84。
 日本チャンキー(2002) チャンキー種鶏管理マニュアル。

Disinfection of Drinking Water and Evaluation of Viability and Egg Production in the Broiler Hens Using the Weak Acid Hypochlorous Solution

Tomoko Ono¹, Mana Miyake¹, Ryo Yashumoto¹, Koji Yamashita¹, Hideya Fujii², Eiji Nakayama², Ichiro Naito³ and Katsunori Sato⁴

¹ HSP Corporation, Okayama 702-8005

² Fukuda Poultry Breeding Farms, Akaiwa, Okayama 701-2202

³ Okayama University, the Graduate School of Medicine, Dentistry, and Pharmaceutical Sciences, Okayama 700-8558

⁴ Okayama University, the Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama 700-8530

There is a growing importance of disinfection of drinking water to prevent spread of disease through drinking water in poultry farms. Weak acid hypochlorous solution is a diluted NaClO solution which is adjusted to pH 5.5 through 6.5 with HCl. This study was arranged to investigate the availability of the weak acid hypochlorous solution as a disinfectant of drinking water. Broiler chicks (White Plymouth Rock hens ; 8,220 birds) were divided equally into two groups. An experiment group was given the weak acid hypochlorous solution, while a control group was given tap water from 1 week to 64 weeks of age. The concentration of available chlorine was 50 ppm at a water supply tank where the weak acid hypochlorous solution was added to the drinking water supply. The adequate amount of chlorine was kept at water supply bells where the hens drunk. The number of bacteria and fungi were evaluated at 3 different points in the water supply system. *Salmonella* spp. and coliform were not detected at any point in the water supply, and a small number of the other types of bacteria and fungi were found comparing with those in the tap water supply. The viability of the experiment group was significantly higher than that of the control group at early 24 weeks of feeding. It was suggested that the weak acid hypochlorous water is effective in preventing a spread of the gram-negative bacteria through the drinking water supply and not affected viability after 24 weeks of age and egg production.

(*Japanese Journal of Poultry Science*, 44 : J148-J153, 2007)

Key words : weak acid hypochlorous solution, disinfection of drinking water, numbers of bacteria, viability, egg production