

高温下におけるブロイラーの飼料摂取量,直腸温,血漿中グルコース濃度,遊離脂肪酸濃度および熱死発生に及ぼすグルコース給与の影響

誌名	日本家禽学会誌
ISSN	00290254
著者	岩崎, 和也 伊川, 玲次 鷺尾, 雄一郎
巻/号	35巻4号
掲載ページ	p. 249-255
発行年月	1998年7月

高温下におけるブロイラーの飼料摂取量、直腸温、血漿中 グルコース濃度、遊離脂肪酸濃度および熱死発生 に及ぼすグルコース給与の影響

岩崎 和也¹⁾・伊川玲次¹⁾・鷲尾雄一郎¹⁾・小山博幸¹⁾
堀河 博¹⁾・周 維統²⁾・山本禎紀²⁾

¹⁾ 伊藤忠飼料株式会社総合技術研究部, 黒磯市 325-0103

²⁾ 広島大学生物生産学部, 東広島市 739-8528

ブロイラーに対してグルコース給与が耐暑機能にどのような効果を発揮するかを明らかにする目的で適温および高温環境において、飲水によりグルコースを給与し、飼料摂取量、飲水量、直腸温、血液性状および熱死発生に及ぼす影響を調べた。

実験では、4%のグルコース溶液を給与する区（G区）と水道水を給与する区（W区）を設け、48日齢からの3日間（I期）は17℃と25℃、51日齢からの3日間（II期）は25℃と33℃に、それぞれ12時間ずつ感作し、54日齢（III期）には38℃に12時間感作した。

飼料摂取量は各期、各温度下ともG区で少なく、飲水量はG区で多く、II期33℃感作においてG区とW区間に有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた。環境温度上昇に伴う飼料摂取量の減少率と飲水量の増加率は、いずれもG区で大きかった。一方、I、II期の直腸温には、処理区間の差は認められなかった。

III期における血漿中グルコース濃度は、G区で経時的に上昇する傾向にあったが、W区では減少し、感作8時間後の値は、開始時に比べ有意（ $P < 0.05$ ）に、また、G区と比較して有意（ $P < 0.05$ ）に低くなった。血漿中遊離脂肪酸濃度は、G区での変化は認められなかったが、W区では著しく増加し、感作8時間後の値は、開始時およびG区と比べ有意（ $P < 0.05$ ）に高かった。

38℃（III期）下における直腸温は、W区では感作2時間後より急激に上昇し、徐々に上昇するG区に比べ常に高い値で推移し、感作7時間30分後から処理区間に有意差（ $P < 0.05$ ）が認められた。熱死は、W区で感作9時間30分後までに4羽すべてに生じ、G区では感作11時間後に1羽生じた。

以上のことから、飲水からのグルコース給与は、熱死発生の抑制や発生を遅らせるものと思われた。

（家禽会誌, 35: 249~255, 1998）

キーワード：グルコース摂取、環境温度、直腸温、熱死、ブロイラー

結 言

現在の畜産業の抱える課題の一つに、暑熱ストレスによる生産性の低下がある（谷口, 1991）。ブロイラー生産においても暑熱の影響は大きく、増体量の減少や熱死の発生など、年間の安定した生産を妨げる大きな要因になっている。岩崎ら（1997）は対応策の一つとして、飲水によるグルコース給与が、発生予測のできない熱死を著しく減少させるとともに、増体量の減少を抑制し、同時に飼料摂取量を有意に減少させることを報告した。また、ZHOU *et al.*（1998）は、飲水によるグルコース給与は、高温による全血粘度と血漿浸透圧の変化を緩和する

と報告した。

熱死とは体温調節が崩れた結果であり、BERMAN（1973）およびMELTZER（1983）は、増体量は直腸温の上昇に伴い低下すると報告し、仲舛らは（1993）、高温域において体温が体熱平衡の水準と状態を表す優れた生理指標であり、温熱作用や防暑効果の判定を行うための欠くことのできない測定項目であると指摘した。また、TEETER（1988）や平元ら（1995）は、日中の絶食が、熱死を含めた生産性の低下を防ぐために効果的であると報告した。しかし、飲水によるグルコース給与が高温時の飼料摂取量や体温におよぼす影響などについての詳細な検討はなされていない。

本研究では、飲水によりグルコースを給与したブロイ

ラーに対して日内の環境温度を適温および高温に変化させて感作し、飼料摂取量、飲水量、直腸温、血液性状および熱死発生状況を観察するとともに、グルコース摂取の生産および防暑効果について検討した。

材料および方法

供試鶏には 48 日齢、平均体重 $2,913 \pm 87$ g (標準偏差) の雄コマーシャルブロイラー (コップ) を、試験区と対照区にそれぞれ 8 羽ずつ用いた。試験区 (G 区) には 48 日齢より 4% グルコース溶液 (13.5 kcal/100 ml) を 54 日齢まで、対照区 (W 区) には水道水を、いずれも不断給与した。給与飼料には市販のブロイラー用マッシュ (CP: 18%, ME 3,230 kcal/kg) を用い、各区とも不断給餌とした。光線管理は終日点灯とした。

実験は I, II および III 期からなり、I 期は適温期とし、48 日齢から 3 日間、室温を最低 17°C, 最高 25°C, 1 日の平均温度が 21°C になるように調節した (図 1)。II 期は高温期とし、51 日齢から 3 日間、室温を最低 25°C, 最高 33°C, 1 日の平均温度が 29°C になるように調節した。III 期は、54 日齢の 8:00 より、室温を 38°C まで上昇させ、12 時間維持した。各温度条件とも湿度の調節および測定は行わなかった。

I, II 期では温度の変化する 12 時間毎の各個体の飼料摂取量、飲水量を測定した。また直腸温の測定は、各処理区から 4 羽ずつを選び、温度計 (おんどとり TR-71, ティアンドデイ) の感熱部を総排泄腔より約 4 cm 挿入して尾部に紐で固定し、30 分毎の値を記録した。

採血は、III 期の 8:00, 12:00 および 16:00 に、生存

鶏の翼下静脈から 1 ml ずつ行った。血液は、直ちに 3,000 r. p. m. で 10 分間遠心分離し、血漿中グルコースおよび遊離脂肪酸濃度を自動生化学分析装置 (CL-7000, 島津製作所) で測定した。なお、これら III 期の実測値を、I 期における 17°C 感作 10 時間後と II 期における 25°C 感作 10 時間後の両区の実測値と比較した。

データ処理: I, II および III 期における処理間の比較には t 検定を用い、III 期における温度間の有意差の検定は、個体を対にした t 検定で処理した。

結 果

I と II 期における飼料摂取量、飲水量、ME 摂取量および直腸温の結果を表 1 に示した。

飼料摂取量は I と II 期のいずれの温度下とも W 区と比較し G 区で少なく、II 期の 33°C 感作において有意差 ($P < 0.05$, 以下同じ) が認められた。

飲水量は I と II 期のいずれの温度下とも W 区と比較し G 区で多く、II 期の 33°C 感作において有意差が認められた。

ME 摂取量には、飲水からのエネルギー摂取が加わり、各温度下で W 区と比較し G 区が多い傾向であったが、有意差は認められなかった。直腸温は両処理区とも高温感作により上昇するが、いずれの環境温度下でも、両処理区間に差は認められなかった。

表 2 に 38°C 感作 (期) に伴う血漿中グルコースおよび遊離脂肪酸濃度の経時的変化と、比較値として I と II 期における 17 および 25°C 結果を示した。G 区におけるグルコース濃度は、環境温度の上昇に伴い増加し、I 期

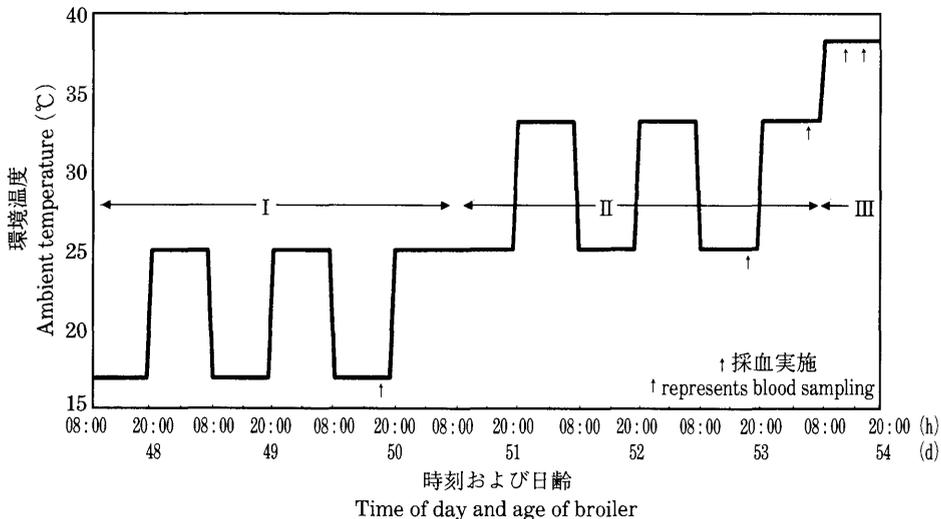


図 1. 設定環境温度と採血実施時間

Fig. 1. Program control of ambient temperature and blood sampling time.

表 1. ブロイラーの飼料摂取量, 飲水量, ME 摂取量および直腸温に及ぼすグルコース給与の影響
Table 1. The changes in feed, water and ME intakes, and rectal temperature of broilers receiving tap water or 4% glucose water solution during phase I and II.

	I 期 Phase I		II 期 Phase II	
	17°C	25°C	25°C	33°C
飼料摂取量 Feed intake (g/bird 12 hours)				
グルコース給与区				
4% Glucose	103.5± 8.5 ^a	84.8± 9.9 ^a	90.8± 8.7 ^a	74.2± 9.4 ^a
水道水給与区				
Tap water	108.1± 7.5 ^a	92.4± 8.0 ^a	97.1± 9.9 ^a	84.2± 8.0 ^b
飲水量 Water intake (ml/bird 12 hours)				
グルコース給与区				
4% Glucose	156.6±30.3 ^a	233.4±31.3 ^a	244.6±35.5 ^a	328.4±29.9 ^a
水道水給与区				
Tap water	154.6±25.3 ^a	215.0±45.6 ^a	227.5±36.0 ^a	293.8±31.6 ^b
ME 摂取量 ME intake (kcal 12 hours)				
グルコース給与区				
4% Glucose	355.2±24.5 ^a	305.4±32.9 ^a	326.4±26.8 ^a	283.9±25.7 ^a
水道水給与区				
Tap water	349.2±24.2 ^a	298.1±25.7 ^a	313.6±32.3 ^a	271.9±25.7 ^a
直腸温 Rectal temperature ¹⁾ (°C)				
グルコース給与区				
4% Glucose	41.1± 0.2 ^a	41.5± 0.2 ^a	41.4± 0.2 ^a	42.2± 0.3 ^a
水道水給与区				
Tap water	41.1± 0.2 ^a	41.5± 0.1 ^a	41.3± 0.2 ^a	42.3± 0.1 ^a

値は 8 羽の平均値±標準偏差 ただし“直腸温”は 4 羽

Values are Means±S. D. of 8 birds for three 12 hours, while only 4 birds for rectal temperature.

^{a, b}: グルコース給与区と水道水給与区の異符号に有意差あり (P<0.05).

Values with different superscript letters between 4% glucose solution and tap water are significantly different (P<0.05).

¹⁾: 直腸温の値は温度変化前の 9 時間を測定した

Data are mean values of last 9 h after ambient temperature was changed.

17°C と II 期 25°C, また III 期 33°C との間にそれぞれ有意差が認められたが, III 期においては有意差は認められなかったものの経時的に上昇する傾向を示した。W 区のグルコース濃度は, 17 と 25°C の間に差は認められなかったが, III 期 33°C で上昇が認められ, 17 および 25°C との差は有意であった。尚, III 期 38°C においては感作 4 時間まで上昇したが, 8 時間値は減少した。処理区間におけるグルコース濃度の比較では, W 区に比較し G 区で常に高く, W 区で減少が認められた 8 時間経過後には処理区間に有意差が認められた。

血漿中遊離脂肪酸濃度には, G 区において I, II および III 期に変化は認められなかった。一方, W 区においては III 期, 感作 4 時間後から上昇し, 8 時間経過後の値は,

I, II および III 期開始時値と比較し有意差が認められた。また処理間における比較では, W 区で高く, 4 および 8 時間経過後に有意差が認められた。

III 期における各区 4 羽ずつの 30 分毎の直腸温の変化を図 2 に示した。直腸温は両処理区とも経時的に上昇するが, 感作 2 時間 30 分後からの上昇に処理区間の違いが認められた。すなわち, G 区は W 区に比較し常に低い直腸温で推移し, 感作後 7 時間 30 分以降には処理区間に有意差が認められた。

熱死は, W 区で感作開始より 5 時間 30 分までに 1 羽, 9 時間 30 分までに 3 羽発生し, 死亡時の平均直腸温は 46.3±0.3°C であった。G 区における熱死は感作 11 時間までに 1 羽発生し, 死亡時の直腸温は 46.6°C であっ

表 2. ブロイラーの血漿中グルコースおよび遊離脂肪酸濃度に及ぼすグルコース給与と環境温度の影響
Table 2. The changes in plasma glucose and free fatty acid of broilers during phase I, II and III.

	I 期 Phase I	II 期 Phase II	III 期 Phase III	
	17°C	25°C	33°C(8:00) ¹⁾	38°C(12:00) 38°C(16:00)
血漿中グルコース Plasma glucose (mg/dl)				
グルコース給与区				
4% glucose	239±13 ^E	249±11 ^F	269±19 ^G	276±24 ^G 281±24 ^{Ga}
水道水給与区				
Tap water	226±12 ^E	232±20 ^E	257±17 ^F	263±27 ^F 240±17 ^{Eb #}
血漿中遊離脂肪酸 Plasma free fatty acid (mEq/l)				
グルコース給与区				
4% glucose	0.22±0.04 ^E	0.22±0.02 ^E	0.22±0.02 ^E	0.19±0.03 ^{Ea} 0.21±0.05 ^{Ea}
水道水給与区				
Tap water	0.23±0.03 ^E	0.24±0.03 ^E	0.23±0.02 ^E	0.27±0.07 ^{EFb} 0.32±0.09 ^{Fb #}

値は 8 羽の平均値±標準偏差 ただし“#”は 7 羽

Values are Means±S. D. of 8 birds, while values with “#” are Means±S.D. of 7 birds.

^{a, b}: グルコース給与区と水道水給与区に異符号に有意差あり (P<0.05)

For each parameter, means for 4% glucose and tap water bearing different superscripts (a, b) differ significantly (P<0.05).

^{E, F, G}: 温度間の異符号に有意差あり (P<0.05)

Means within the same row not bearing a common superscript, ^{E, F, G}, differ significantly (P<0.05).

¹⁾: 括弧内は時刻を示す

The figure in bracket represents time of clock.

た。

考 察

日中の絶食が熱死を含めた生産性の低下を防ぐために効果的であることは、すでに報告されている (TEETER, 1988; 平元ら, 1995)。TEETER *et al.* (1992) は飼料摂取量の増加により体温が上昇すること、また WIERNUSZ and TEETER (1993), ZHOU and YAMAMOTO (1997) は、飼料摂取により熱産生が増加し、高温時には蓄熱量が増加することを指摘している。

II 期の 33°C おける G 区の飼料摂取量は、W 区に対し有意に減少するとともに、環境温度 (χ , °C) と 12 時間の飼料摂取量 (y , g) との間に、W 区では $y=133.04-1.49\chi$ ($r=0.99$, $P<0.05$, $n=8$)、G 区では $y=134.16-1.83\chi$ ($r=0.99$, $P<0.05$, $n=8$) の関係が認められ、いずれも環境温度の上昇に伴って直線的に減少し、W 区に比較し G 区の減少率が大きかった。また、飲水量についても環境温度 (χ °C) と 12 時間の飲水量 (y g) との間に、W 区では $y=8.70\chi+5.73$ ($r=0.99$, $P<0.05$, $n=8$)、G 区では $y=10.71\chi-26.28$ ($r=0.99$, $P<0.05$, $n=8$) の関係が認められ、いずれも環境温度の上昇に伴って、直線的に増加し、W 区に比較し G 区の増加率が大きかった。

ブロイラー飼育後半における飲水中によるグルコース給与についての報告は見あたらないが、THAXTON and PARKHURST (1976) は、餌付け時の飲水によるシュクロース給与は、エネルギーの有効な補給になると報告している。また、横田ら (1992) は、飲水にシュクロースを添加することにより、餌付けから 3 日間の飲水量を増加させられると報告しており、この飲水によるグルコース摂取量の増加が飼料摂取量を抑制したものと考えられる。

MAY *et al.* (1987) によって暑熱ストレス程度の指標として提唱された直腸温は、両処理区とも 17~33°C 下では 41.1~42.3°C の変動が認められたが、I, II 期における処理区間の直腸温には全く差が認められなかった。飲水からのグルコース摂取に伴う熱産生量の変化については明らかにされていないが、両処理区における 33°C 感作時の平均直腸温は 42.2~42.3°C と安定しており、体熱平衡は維持されていた。一方、38°C 感作に伴い直腸温は、2 時間後から処理区間に差が認められはじめ、W 区の直腸温は G 区に比較して常に高く、急激な上昇が認められた。W 区では、感作開始後 9 時間 30 分までに感作した 4 羽全てが熱死した。G 区においては感作開始 11 時間後に 1 羽が熱死した。このように G 区の直腸温上昇

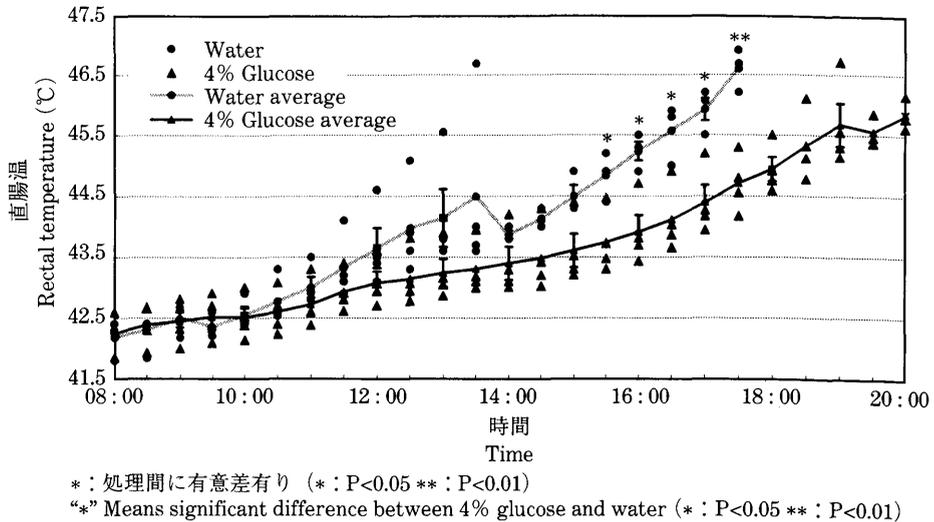


図 2. 38°C 感作における直腸温の経時的変化
 Fig. 2. Rectal temperature of broilers during exposure to 38°C.

は W 区と比べ緩やかであり、熱死の発生も明らかに少なく、また遅れる傾向にあった。

山本 (1992) は、高温下での体温の上昇は放熱を維持するために必要な反応であり、高い体温の安定的な維持が耐暑機能と関係すると指摘しており、W 区に比べて G 区の緩やかな直腸温の上昇は、高い体温の長時間維持を示すものと考えられた。Ⅲ期における飲水量については、熱死が多く発生したため、処理間の比較をすることはできなかったが、G 区の生存鶏では 1 羽当たり 500~800 cc のグルコース溶液が摂取されており、このエネルギーの供給によりパンティングの持続が可能となり、潜熱放散量を高く維持し、体熱平衡を長時間維持できたものと思われた。

血漿中グルコース濃度は各期、各温度とも G 区で常に高い傾向を示した。グルコースの経口投与により血漿中グルコース濃度が速やかに上昇することは TOUCHBURN *et al.* (1980) のグルコース負荷試験により報告されている。両処理区とも I、Ⅱ期の 17,25°C からⅢ期開始時の 33°C まで、温度の上昇に伴い血漿中グルコース濃度は増加しており、20 から 30°C に室温が上昇したとき血漿中グルコース濃度が 112% に上昇するとした DONKOH (1989) の報告と一致した。

Ⅲ期 38°C 感作における W 区の血漿中グルコース濃度は、G 区と異なり、感作 8 時間後に有意な減少が認められ、遊離脂肪酸濃度は逆に著しく増加した。これは、38°C 感作において飼料摂取が殆ど認められなかったことに起因するものと考えられた。このような W 区にお

ける血中成分の動きは GERAERT *et al.* (1996) の報告した制限給与時の血漿中グルコースおよび遊離脂肪酸の変化と一致している。また LEESON and SUMMERS (1991) は採卵鶏における試験で環境温度が 27°C を越えると維持のエネルギー要求量が増加するが、摂取エネルギーが減少するため 33°C 以上では維持エネルギーが負になると報告している。このことから本試験における W 区では、摂取エネルギー不足に加え、高温感作による維持エネルギーの増加により、血漿中グルコース濃度が減少し、遊離脂肪酸が動員されたものと考えられる。

本試験では熱収支の測定を実施していないため、高温下における G 区の体熱平衡の維持が熱産生量および熱放散量のどちらと関係するのかを明らかにできなかった。今後は感作経過時間と体熱平衡の関係について検討する必要があると考えられる。

以上のように、飲水からのグルコース給与は暑熱時のエネルギー不足を補うとともに、体熱平衡の維持を強化し、これが熱死発生を抑制あるいは遅らせるものと考えられた。

引用文献

- BERMAN. A. (1973) Homoeothermy and growth rate in the fowl, *British Poultry Science*, **14** : 319-328.
 DONKOH. A. (1989) Ambient temperature : a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens, *International Journal of Biometeorology*, **33** : 259-265.
 GERAERT. P.A., PADILHA J. C. F. and GUILLAUMIN S.

- (1996) Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens : biological and endocrinological variables, *British Journal of Nutrition*, **75** : 205-216.
- 平元清和・佐藤勝人・矢野泰臣 (1995) 暑熱時における周期的絶食がブロイラーの生産性に及ぼす影響. *日本家禽学会誌*, **32** : 169-176.
- 岩崎和也・伊川玲次・小山博幸・堀河 博・大石隆一 (1997) 暑熱期のブロイラー生産性に及ぼすグルコース給与の影響. *日本家禽学会誌*, **34** : 394-398.
- LEESON, S. and SUMMERS J. D. (1991) *Commercial Poultry Nutrition*, University Books, Guelph, Ontario, Canada. pp. 101-112.
- MAY, J.D., DEATON J.W. and BRANTON S.L. (1987) Body temperature of acclimated broilers during exposure to high temperature, *Poultry Science*, **66** : 378-380.
- MELTZER, A. (1983) The effect of body temperature on the growth rate of broilers, *British Poultry Science*, **24** : 489-495.
- 仲舩文男・BAGUS P. PURWANTO・山本禎紀 (1993) 育成牛の平均体温におよぼす熱産生量の影響. *日本畜産学会報*, **64** : 629-636
- 谷口康子 (1991) 平成 2 年度の暑熱被害の発生状況について. *家畜診療*, **333** : 41-44.
- TEETER, R.G. (1988) Enhancing broiler productivity during chronic and acute heat stress. Vol. 6, No 1, April 1988 Monsanto Nutrition Update, Animal Sciences Division, St. Louis, MO.
- TEETER, R.G., SMITH M.O. and WIERNUSZ C.J. (1992) Broiler acclimation to heat distress and feed intake effects on body temperature in birds exposed to thermoneutral and high ambient temperature, *Poultry Science*, **71** : 1101-1104.
- THAXTON, J.P. and PARKHURST C.R. (1976) Growth, efficiency, and livability of newly hatched broilers as influenced by hydration and intake of sucrose. *Poultry Science*, **55** : 2275-2279.
- TOUCHBURN, S., SIMON J. and LECLERCO B. (1980) Evidence of glucose-insulin imbalance and effect of dietary protein and energy level in chickens selected for high abdominal fat content. *Journal of Nutrition*, **111** : 325-335.
- WIERNUSZ, C.J. and TEETER R.G. (1993) Feeding effects on broiler the ther mobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. *Poultry Science*, **72** : 1917-1924.
- 山本禎紀 (1992) 家畜の温熱環境管理に関する研究課題. *日本畜産学会報*, **63** : 743-745.
- 横田真良・大久保吾良・渡辺克男 (1992) ブロイラーの安定生産技術の確立, 発育初期における飼養技術管理の確立, 2) 飲水投与物が育成成績に及ぼす影響. *福島養鶏試験場研報*, **23** : 44-49.
- ZHOU, W.T. and YAMAMOTO S. (1997) Effects of environmental temperature and heat production due to food intake on abdominal temperature, shank skin temperature and respiration rate of broilers. *British Poultry Science*, **38** : 107-114.
- ZHOU, W.T., FUJITA M., YAMAMOTO S., IWASAKI K., IKAWA R., OYAMA H. and HORIKAWA H. (1998) Effects of glucose in drinking water on the changes in whole blood viscosity and plasma osmolality of broiler chickens during high ambient temperature. *Poultry Science*, in press.

Effects of Glucose in Drinking Water on Feed Intake, Rectal Temperature, Plasma Glucose, Free Fatty Acid and Mortality of Broilers during High Temperature Exposure

Kazuya IWASAKI¹⁾, Ryouji IKAWA¹⁾, Yuichiro WASHIO¹⁾, Hiroyuki OYAMA¹⁾,
Hirosi HORIKAWA¹⁾, Weitong ZHOU²⁾ and Sadaki YAMAMOTO²⁾

¹⁾ Itochu Feed Mills Co. Ltd., 919 Aoki, Kuroiso-shi, 325-0103, Japan

²⁾ Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University,
Higashi-Hiroshima, 739-8528, Japan

This study was conducted to evaluate the effects of drinking glucosewater and ambient temperatures on feed intake, rectal temperature, plasmaglucoese and free fatty acid concentrations, and mortality of male commercial broilers from 48 to 54 days of age. Two groups (8 birds/group), which were available to access 4 % glucose water solution (Group G) and tapwater (Group W) *ad libitum*, respectively, were subjected to the following temperature treatments. A diurnal temperature cycles (12 h : 12 h) of 17 : 25°C was performed from 48 to 50-d-old, then 25 : 33 °C (12 h : 12 h) from 51 to 53-d-old, finally a constant temperature of 12 h at 38°C at 54-d-old. The average feed intakes during 25 and 33°C were significantly smaller in Group G than in Group W, while water and ME intakes significantly greater. No marked difference in rectal temperature was found between the two groups under the ambient temperature of 17, 25 and 33°C. However, at 38°C, rectal temperature was enhanced quickly after exposure for 2 h in Group W, while its slow increase was found in Group G. The survival time of broilers were prolonged obviously by drinking glucose water during exposure to 38°C. Plasma glucose was significantly higher in Group G than in Group W after exposure to 38°C for 8 h, while plasma free fatty acid was significantly lower. These results indicate that glucose intake alleviates the influence of heat stress which may be related to thermo-regulation of broilers.

(*Jpn. Poult. Sci.*, **35** : 249~255, 1998)

Key words : glucose intake, ambient temperature, rectal temperature, mortality, broilers