

## 이산형 적흑게임에서 유리한 경우의 최적전략 (The Optimum Strategy for Favorable Situation in Discrete Red & Black)

석영우\*, 안철환\*\*

### Abstract

In discrete red and black, you can stake any amount  $s$  in your possession, but the value of  $s$  takes positive integer value. Suppose your goal is  $N$  and your current fortune is  $f$ , with  $0 < f < N$ . You win back your stake and as much more with probability  $p$  and lose your stake with probability,  $q = 1 - p$ . In this study, we consider optimum strategies for this game with the value of  $p$  greater than  $\frac{1}{2}$  where the player has the advantage over the house. The optimum strategy at any  $f$  when  $p > \frac{1}{2}$  is to play timidly, which is to bet 1 all the time. This is called as Timid1 strategy. In this paper, we perform the simulation study to show that the Timid1 strategy is optimum in discrete red and black when  $p > \frac{1}{2}$ .

(Keywords : Ruin problem, convex function, simulation)

---

\* 세종대학교 응용수학과

\*\* 세종대학교 경영학부

# 1. 서 론

Red & Black 이라고 하는 게임에서, 게임자는 그가 가지고 있는 자산 가운데  $s$  만큼의 배팅을 하게 된다. 가령, 그의 목표가 1 이고 그의 현재 자산의 크기가  $f$  라고 하자 (여기서,  $0 < f < 1$ ). 매번 게임 할 때마다 그가 이길 확률은  $p$  이고, 질 확률은  $q (= 1 - p)$  이다. 이 문제는 Coolidge (1909)에 의해 처음 제시되었는데  $p < \frac{1}{2}$  일때의 최적전략은 Dubins 와 Savage (1965)에 의해서 제안되었다. 그들은  $p < \frac{1}{2}$  일때의 최적전략으로서 Bold 전략을 제시하였고, Bold 전략이 최적전략임을 증명하였으며 이를 시뮬레이션을 통하여 입증하였다 (Ahn and Sok, 2002).

이 논문에서는 이산형 Red & Black 게임을 고려해 보자. 이산형 Red & Black 게임에서는 당신의 자산이나 배팅이나 목표가 모두 정수로 표현된다. 당신의 목표가  $N$  이고 당신의 현재 자산의 크기를  $f$  라고 하자 (여기서,  $0 < f < N$ ). 그러면 당신은 게임자로서 가지고 있는 자산 가운데  $s$  만큼의 배팅을 하게 된다. 연속형과 이산형 Red & Black 게임 사이에는 많은 유사성을 내포하고 있다. 이산형 Red & Black 게임에서는  $p > \frac{1}{2}$  일 때 즉 게임자가 하우스보다 유리한 경우, 자산의 일부를 배팅하는 가능한 Timid 전략중에서 언제나 한번에 1씩 배팅을 하는 Timid1 전략이 최적전략이 됨을 쉽게 증명할 수가 있다.

2절에서는  $p > \frac{1}{2}$  일 때 임의의  $f$  에서 최적전략을 고찰해 보기로 한다. 3절에서는 시뮬레이션을 통하여 Timid1 전략이 최적전략이라는 것을 보이

기로 하고 끝으로 결론과 추후 연구에 관련된 문제를 4절에서 제시 하고자 한다.

# 2. $p > \frac{1}{2}$ 인 경우의 최적전략

게임자의 일반적인 전략은 매 게임마다 자기가 보유하고 있는 총 자산의 일부를 배팅으로 거는 것이다.  $p < \frac{1}{2}$  일 경우 이 전략은 결국 파산에 이르게 할 것이라는 것을 쉽게 계산으로 확인 할 수 있다 (파산확률의 계산: Parzen, 1962, p233). 게임자가 하우스 보다 유리한 경우를 고려해 보자. 즉  $p > \frac{1}{2}$  일 때, 자기가 현재 가지고 있는 자산중에서 1씩 배팅을 하는 전략을 Timid1 전략이라고 정의하기로 하자.

<정리 2.1> 이산형 Red & Black 게임에서,  $p > \frac{1}{2}$  인 경우의 최적전략은 Timid1 전략 이다.

증명 : 함수  $Q(f)$ 를 Timid1 전략을 사용해서 목표치  $N$  에 도달할 확률이라고 정의하면  $Q(0) = 0$  이 되고  $Q(N) = 1$  이 된다.

일반적으로 Timid1 전략하에서  $Q(f)$ 는 다음과 같이 쓰여 질 수 있다.

$$\begin{aligned}
 Q(f) &= p \cdot Q(2) && \text{if } f=1, \\
 &= q \cdot Q(f-1) + p \cdot Q(f+1) && \text{if } 2 \leq f \leq N-2, \\
 &= q \cdot Q(N-2) + p && \text{if } f=N-1.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Dubins 와 Savage(1965)에 의하면, <정리 2.1> 을 증명하는 것은 모든  $f$  와  $s$  의 값에 대해 다음의 (2)식이 성립되는 것을 보이는 것으로 충분하다

고 하였다. 여기서  $1 \leq s \leq \min(f, N-s)$  이며  $s$  는 양의 정수이다.

$$p \cdot Q(f+s) + q \cdot Q(f-s) \leq Q(f). \quad (2)$$

캠블러의 파산확률의 계산(Parzen, 1962, p233) 에 의하면 현재자산  $f$  가 0 으로 가게 될 확률은 다음과 같이 쓰여질 수 있다.

$$\frac{\left(\frac{a}{p}\right)^f - \left(\frac{a}{p}\right)^N}{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^N}, \quad p \neq a.$$

따라서  $f$  가  $N$  에 도달하게 될 확률의 계산 식은 다음과 같이 주어진다.

$$Q(f) = 1 - \frac{\left(\frac{a}{p}\right)^f - \left(\frac{a}{p}\right)^N}{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^N}$$

이를 다시 정리하면,

$$Q(f) = \frac{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^f}{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^N}, \quad 1 - \left(\frac{a}{p}\right)^N > 0. \quad (3)$$

이제 볼록함수(Convex Function)인  $f(x) = x^s$  를 고려해 보자. 볼록함수  $f(x) = x^s$  에서 세점 A 와 B 및 C를 택하여 B 점의  $x$  값을 1 이라 하고 A 와 C 의  $x$  값을 각각  $\frac{a}{p}$  와  $\frac{b}{q}$  라 하자.

$p > 1/2$  이기 때문에  $\frac{a}{p} < 1 < \frac{b}{q}$  가 성립되므로 B 점은 A 점과 C 점 사이에 있게 된다. 그러면  $f(x)$  가 볼록함수 이므로 다음의 (4)식이 성립됨을 보일 수가 있다.

$$q \left(\frac{b}{q}\right)^s + p \left(\frac{a}{p}\right)^s \geq 1 \quad (4)$$

(4)식의 좌변은 A 와 C 두점 상에서의 함수치의 볼록결합(Convex Combination)으로 표현된 것임을 알 수 있다. 또 (4)식 좌변의 첫 항에서  $p$  와  $q$  를 서로 바꾸면 (4)식을 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$q \left(\frac{a}{p}\right)^{-s} + p \left(\frac{a}{p}\right)^s \geq 1 \quad (5)$$

(5)식의 양변에  $-\left(\frac{a}{p}\right)^f$  를 곱하여 주면 다음 식을 얻을 수가 있다.

$$-q \left(\frac{a}{p}\right)^{f-s} - p \left(\frac{a}{p}\right)^{f+s} \leq -\left(\frac{a}{p}\right)^f. \quad (6)$$

(6)식의 좌변에는  $p+q$  를 더하고 우변에는 1 을 더해 주면 다음 식으로 변환된다.

$$q[1 - q \left(\frac{a}{p}\right)^{f-s}] + p[1 - \left(\frac{a}{p}\right)^{f+s}] \leq 1 - \left(\frac{a}{p}\right)^f. \quad (7)$$

이제 (7)식의 양변을 양수인  $[1 - \left(\frac{a}{p}\right)^N]$  으로 나누어 주면,

$$q \cdot \left[ \frac{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^{f-s}}{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^N} \right] + p \cdot \left[ \frac{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^{f+s}}{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^N} \right] \leq \frac{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^f}{1 - \left(\frac{a}{p}\right)^N}.$$

그러므로 부등식

$p \cdot Q(f+s) + q \cdot Q(f-s) \leq Q(f)$  가 성립됨이 증명되었다.

### 3. 시뮬레이션

이 절에서는 Timid1 전략(총 자산의 일부분, 즉

$f * \alpha$ 를 배팅하는 Timid 전략 중에서 본 연구에서는  $\alpha=.02$ 로 설정하여 한번에 1씩 배팅을 하는 전략이 가능한 다른 Timid 전략(총 자산의 일부인  $f * \alpha$ 를 배팅하는 전략으로  $\alpha = .04, .06, .08, \dots$ )과 Bold 전략(현재자산과 [목표치-현재자산]중 최소치, 즉  $\min[f, N-f]$ 를 배팅하는 전략)등 대안전략에 대하여 최적전략(Optimum Strategy)이 됨을 보인 정리2.1에 관하여 시뮬레이션 결과자료를 경험적자료(Empirical Data)로 활용하여 그 타당성을 입증해 보이고자 한다. 본 시뮬레이션에서는 FORTRAN 77 언어를 사용하였으며 시뮬레이션에서 사용된 난수(Random Number)생성을 위해서는 내장되어 있는 씨브프로그램인 SRAND(TIME())를 Call한 후 RAND함수를 이용하여 생성하였다.

시뮬레이션 흐름의 개요를 살펴보면 목표(Goal)의 값이 0 또는 N을 가질 때 게임이 끝나는 것으로 설정하였으며 현재자산(Fortune)을  $f$ , 이길확률(Win Probability)을  $p$ , 부분비율을  $\alpha$ ,  $f$ 의 일부 분 bet을  $s$ 라 하고 시뮬레이션을 위한 환경은 다음과 같이 설정하였다.

$$f = 50.0,$$

$$p = .51, .53, .55, .57, .59, (>1/2),$$

$$s = f * \alpha \quad (\alpha = .02, .04, .06, .08, .10, .15, .20, .25).$$

Timid1 전략( $\alpha=.02$ ), Timid 전략( $\alpha > .02$ )과 Bold 전략( $f=50.0$ ;  $p=.51$ )을 택하여 처리조합(Treatment Combination), ( $f=50.0$ ;  $p=.51$ ;  $\alpha$ )에서 30회의 Run( Run당 1000회의 반복 게임에서

< 표 3.1 > 전략별 ( $f$ ;  $p$ ;  $\alpha$ )에서 30회 Run의 시뮬레이션 결과

| Timid1 Strategy<br>( $f=50.0$ ; $p=.51$ ; $\alpha=.02$ ) | Timid Strategy(TS1)<br>( $f=50.0$ ; $p=.51$ ; $\alpha=.04$ ) | Timid Strategy(TS2)<br>( $f=50.0$ ; $p=.51$ ; $\alpha=.06$ ) | Timid Strategy(TS3)<br>( $f=50.0$ ; $p=.51$ ; $\alpha=.08$ ) | Timid Strategy(TS4)<br>( $f=50.0$ ; $p=.51$ ; $\alpha=.10$ ) |
|--|--|--|--|--|
| 894 896 864  | 738 719 736  | 656 678 682  | 608 643 625  | 589 613 628  |
| 885 879 873  | 729 719 706  | 652 681 674  | 623 641 631  | 572 594 569  |
| 871 887 899  | 745 733 731  | 666 659 674  | 638 651 644  | 609 587 611  |
| 859 892 876  | 710 755 748  | 667 663 699  | 624 620 618  | 601 593 600  |
| 891 876 883  | 756 733 732  | 654 679 688  | 653 642 626  | 583 596 608  |
| 894 868 888  | 749 729 739  | 649 637 679  | 629 639 614  | 616 601 604  |
| 868 870 883  | 759 753 700  | 665 654 674  | 627 643 600  | 588 611 630  |
| 897 881 874  | 703 735 704  | 641 646 658  | 635 657 652  | 580 608 592  |
| 882 874 872  | 744 712 748  | 656 666 632  | 648 637 619  | 614 608 611  |
| 874 869 893  | 733 780 723  | 682 673 690  | 621 632 638  | 623 610 576  |
| mean(Timid1)=880.4<br>var(Timid1) =10.9                  | mean(TS1)=733.4<br>var(TS1) =18.9                            | mean(TS2)=665.8<br>var(TS2) = 16.3                           | mean(TS3)=632.6<br>var(TS3) = 13.9                           | mean(TS4)=600.8<br>var(TS4) = 15.7                           |

<표 3.1 > 계속.

| Timid Strategy(TS5)<br>(f=50.0 ; p=.51 ; $\alpha$ =.15) | Timid Strategy(TS6)<br>(f=50.0 ; p=.51 ; $\alpha$ =.20) | Timid Strategy(TS7)<br>(f=50.0 ; p=.51 ; $\alpha$ =.25) | Bold Strategy<br>( f=50.0 ; p=.51 ) |
|---|---|---|-------------------------------------|
| 606 591 581   | 554 539 527   | 533 537 536   | 509 476 512                         |
| 584 583 594   | 559 547 569   | 541 548 526   | 503 503 518                         |
| 549 558 602   | 557 544 546   | 562 538 550   | 530 516 484                         |
| 581 570 569   | 554 548 535   | 517 557 556   | 507 480 489                         |
| 570 540 576   | 548 536 553   | 539 528 539   | 534 517 526                         |
| 597 544 584   | 551 585 526   | 553 513 510   | 526 514 498                         |
| 583 580 549   | 538 568 543   | 558 532 559   | 491 508 500                         |
| 596 583 532   | 558 537 550   | 550 533 555   | 519 515 526                         |
| 603 578 597   | 546 540 566   | 533 541 535   | 505 539 515                         |
| 569 594 574   | 536 525 512   | 540 556 570   | 495 527 506                         |
| mean(TS5)=577.2<br>var(TS5) =19.4                       | mean(TS6)=546.6<br>var(TS6) =15.0                       | mean(TS7)=541.5<br>var(TS7)= 14.7                       | mean(Bold)=509.6<br>var(Bold)= 15.9 |

목표치인 N=100 에 도달한 회수의 누계 )을 실시하여 위와 같은 표 3.1의 시뮬레이션 결과를 얻었으며, Timid1 전략과 Bold전략 사용시 첫 게임의 시뮬레이션 결과를 부록 A에 수록하였다.

본 시뮬레이션 연구에서는  $p > 1/2$ 을 만족하는  $p = 5$  수준(  $p = .51, .53, .55, .57, .59$  )과  $\alpha$ 인자 8 수준(  $\alpha = .02, .04, \dots, .25$  ) 및 Bold 전략과의 45개의 처리조합인 (  $f ; p ; \alpha$  )를 택하였으며 각 처리조합에서 Timid1 전략과 다른 대안전략( Timid 전략이나 Bold 전략 )을 비교하기 위하여 30회의 Run(  $p = .51$ 인 경우, 9개 처리조합에서의 시뮬레이션 결과인 표 3.1.참조)을 실시하여 각 전략의 표본평균인 mean(Timid1), mean(Timid), mean(Bold)와 표본분산인 var(Timid1), var(Timid), var(Bold)를

구하여 45개 처리조합에서의 시뮬레이션 결과자료를 종합정리하여 표 3.2.를 얻었다.

표 3.2의 시뮬레이션 결과자료를 한 Replication 실험이라 하자. 이와 동일한 방법으로 4회의 Replication 실험을 추가 실시하여 각각의 시뮬레이션 결과자료를 얻었으나 추가 4회에 대한 결과자료는 부록 B(2-5회째 Replication실험 결과자료)에 수록하였다.

Timid1 전략과 다른 대안전략을 비교 분석하기 위하여 표 3.2의 시뮬레이션 결과 통계자료를 분석한 결과는 다음과 같다.

<표 36.2> 시뮬레이션 결과자료

| $f=50.0$ ; 처리조합 ( $f; p; \alpha$ )에서 각 전략을 사용한 30회 Run의 표본평균(표본분산). |           |           |           |           |           |         |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Strategy  | $p = .51$ | $p = .53$ | $p = .55$ | $p = .57$ | $p = .59$ | Average |
| Timid1  | 880.4     | 998.0     | 1000.0    | 1000.0    | 1000.0    | 975.68  |
| ( $\alpha = .02$ )  | (10.9)    | (15.2)    | (0.2)     | (0.0)     | (0.0)     | (5.26)  |
| Timid   | 733.4     | 954.4     | 993.1     | 998.9     | 999.9     | 935.94  |
| ( $\alpha = .04$ )  | (18.9)    | (7.1)     | (2.1)     | (1.0)     | (0.3)     | (5.88)  |
| Timid   | 665.8     | 887.2     | 967.9     | 991.8     | 998.2     | 902.18  |
| ( $\alpha = .06$ )  | (16.3)    | (8.4)     | (5.4)     | (2.9)     | (1.5)     | (6.90)  |
| Timid   | 632.6     | 825.3     | 932.0     | 973.9     | 991.2     | 871.00  |
| ( $\alpha = .08$ )  | (13.9)    | (13.1)    | (8.4)     | (4.5)     | (3.2)     | (8.62)  |
| Timid   | 600.8     | 771.0     | 879.8     | 944.0     | 974.0     | 833.92  |
| ( $\alpha = .10$ )  | (15.7)    | (11.6)    | (9.4)     | (6.2)     | (3.4)     | (9.26)  |
| Timid   | 577.2     | 706.0     | 801.8     | 879.2     | 928.9     | 778.62  |
| ( $\alpha = .15$ )  | (19.4)    | (13.8)    | (11.0)    | (11.8)    | (8.7)     | (12.94) |
| Timid   | 546.6     | 646.2     | 728.2     | 802.8     | 860.7     | 716.90  |
| ( $\alpha = .20$ )  | (15.0)    | (12.7)    | (10.9)    | (11.1)    | (10.6)    | (11.96) |
| Timid   | 541.5     | 618.9     | 693.5     | 751.2     | 808.7     | 682.76  |
| ( $\alpha = .25$ )  | (14.7)    | (19.3)    | (13.1)    | (12.6)    | (12.2)    | (14.38) |
| Bold  | 509.6     | 528.7     | 552.0     | 570.5     | 594.1     | 550.98  |
|   | (15.9)    | (17.2)    | (16.1)    | (15.6)    | (12.0)    | (15.36) |

1) 한 Replication 실험 결과자료인 표 3.2를 살펴 보면 Timid1 전략의 표본평균이  $p$ -수준별로 다른 대안전략의 표본평균에 비해 모두 크게 나타났으며 또한, Timid1 전략을 임의의 다른 대안전략과 쌍별로  $p=5$  수준에 걸쳐 전체평균을 비교해 보면 Timid1 전략이 우위에 있음을 보여주고 있다.(표 3.2의 Average 열 참조)

2) Timid1 전략과 Timid( $\alpha=.10$ ) 전략간의 모평균차에 관한 Paired Comparison t-검정(SAS 6.12사용)에서는 Timid1과 Timid 변수에 표 3.2의

Paired Data를 입력하고 분석변수 DIFF=Timid1-Timid를 계산후 PROC MEANS를 써서 검정한 결과  $\text{mean}(\text{DIFF})=141.76$  이었으며 t-통계량은  $T=2.91$ 로써 유의확률 즉  $p(t>|T|)=0.044$ 로 계산되었으며 이는 두 전략간에 유의차가 있음을 보여주고 있다. 같은 방법으로 Timid( $\alpha=.10$ ) 전략과 Bold 전략간의 t-검정에서는 유의확률이  $p=0.0063$ 으로써 이 또한 유의차가 매우 있음을 보여주고 있다. 이는 Timid1 전략이 Bold 전략을 포함한 임의의 다른 대안전략에 비해 우수한 것을 보여주는 결과라고 하겠다.

3) 표 3.2와 부록 B등 5회의 Replication실험을 통하여  $p$ 와  $\alpha$ 의 모든 가능한 처리조합에서  $mean(Timid1) > mean(Timid)$ 이거나  $mean(Timid1) > mean(Bold)$ 로 나타났으며 이는 Timid1 전략과 임의의 Timid 전략이나 Bold 전략과의 쌍대비교에서, Timid1 전략이 다른 대안전략보다 우수한 것을 보여주는 결과라고 하겠다.

#### 4. 결 론

이 논문에서는  $p > \frac{1}{2}$  일 때 즉 게임자가 유리한 경우, 한번에 1씩 베팅을 하는 Timid1 전략이 최적 전략이 됨을 고찰해 보았으며 시뮬레이션을 통하여 Timid1 전략이 최적전략이라는 것을 보였다. 이번 연구의 시뮬레이션에서는 게임자가 50.0 의 초기자산을 가지고 시작하는 것으로 하였으나 이를 좀더 낮은 숫자로 하여 목표에 도달할 때까지의 시간을 비교해 보는 것도 흥미 있을 것이다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Ahn and Sok (2002). Optimum Strategies for Unfavorable Situation in Red and Black, The Korean Communications in Statistics, Vol 9, No 3. 2002, pp. 683-691.
- [2] Coolidge, J. L. (1908 - 1909). The gambler's ruin, Annals of Mathematics 10, 181 -192.
- [3] Dubins and Savage (1965). How to gamble if you must, McGraw-Hill, New York.
- [4] Karlin, S. and Taylor, H. (1975). A first course in stochastic processes, The 2nd Ed.,

Academic Press.

- [5] Loeve, M. (1977). Probability Theory I. Springer-Verlag, New York.
- [6] Parzen, E. (1962). Stochastic processes, Holden-Day.

< 부록 A > Timidl 전략과 Bold 전략 사용시 첫 게임의 시뮬레이션 결과

( $f_i$ : 초기자산,  $p = .51$ ;  $S = f^* \alpha$ : bet where  $\alpha = 0.02$ ,  $r.n.$ : random number,  $f_{i+1}$ : 현재자산)

1. Timidl Strategy 사용시 ;

| $f_i$  | bet   | r.n.  | $f_{i+1}$ | $f_i$  | bet   | r.n.  | $f_{i+1}$ | $f_i$  | bet   | r.n.  | $f_{i+1}$ |
|--------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|-----------|
| 50.000 | 1.000 | 0.081 | 51.000    | 53.000 | 1.000 | 0.372 | 54.000    | 70.000 | 1.000 | 0.916 | 69.000    |
| 51.000 | 1.000 | 0.567 | 50.000    | 54.000 | 1.000 | 0.697 | 53.000    | 69.000 | 1.000 | 0.153 | 70.000    |
| 50.000 | 1.000 | 0.326 | 51.000    | 53.000 | 1.000 | 0.024 | 54.000    | 70.000 | 1.000 | 0.858 | 69.000    |
| 51.000 | 1.000 | 0.257 | 52.000    | 54.000 | 1.000 | 0.974 | 53.000    | 69.000 | 1.000 | 0.890 | 68.000    |
| 52.000 | 1.000 | 0.344 | 53.000    | 53.000 | 1.000 | 0.559 | 52.000    | 68.000 | 1.000 | 0.594 | 67.000    |
| 53.000 | 1.000 | 0.711 | 52.000    | 52.000 | 1.000 | 0.344 | 53.000    | 66.000 | 1.000 | 0.342 | 67.000    |
| 52.000 | 1.000 | 0.727 | 51.000    | 53.000 | 1.000 | 0.731 | 52.000    | 67.000 | 1.000 | 0.748 | 66.000    |
| 51.000 | 1.000 | 0.748 | 50.000    | 52.000 | 1.000 | 0.939 | 51.000    | 66.000 | 1.000 | 0.068 | 67.000    |
| 50.000 | 1.000 | 0.669 | 49.000    | 51.000 | 1.000 | 0.203 | 52.000    | 67.000 | 1.000 | 0.792 | 66.000    |
| 49.000 | 1.000 | 0.789 | 48.000    | 52.000 | 1.000 | 0.456 | 53.000    | 66.000 | 1.000 | 0.391 | 67.000    |
| 48.000 | 1.000 | 0.024 | 49.000    | 53.000 | 1.000 | 0.064 | 54.000    | 67.000 | 1.000 | 0.337 | 68.000    |
| 49.000 | 1.000 | 0.498 | 50.000    | 54.000 | 1.000 | 0.285 | 55.000    | 68.000 | 1.000 | 0.225 | 69.000    |
| 50.000 | 1.000 | 0.827 | 49.000    | 55.000 | 1.000 | 0.353 | 56.000    | 69.000 | 1.000 | 0.022 | 70.000    |
| 49.000 | 1.000 | 0.311 | 50.000    | 56.000 | 1.000 | 0.604 | 55.000    | 70.000 | 1.000 | 0.900 | 69.000    |
| 50.000 | 1.000 | 0.577 | 49.000    | 55.000 | 1.000 | 0.046 | 56.000    | 69.000 | 1.000 | 0.413 | 70.000    |
| 49.000 | 1.000 | 0.783 | 48.000    | 56.000 | 1.000 | 0.482 | 57.000    | 70.000 | 1.000 | 0.792 | 69.000    |
| 48.000 | 1.000 | 0.776 | 47.000    | 57.000 | 1.000 | 0.696 | 56.000    | 69.000 | 1.000 | 0.840 | 68.000    |
| 47.000 | 1.000 | 0.678 | 46.000    | 56.000 | 1.000 | 0.496 | 57.000    | 68.000 | 1.000 | 0.550 | 67.000    |
| 46.000 | 1.000 | 0.606 | 45.000    | 57.000 | 1.000 | 0.705 | 56.000    | 67.000 | 1.000 | 0.669 | 66.000    |
| 45.000 | 1.000 | 0.397 | 46.000    | 56.000 | 1.000 | 0.446 | 57.000    | 66.000 | 1.000 | 0.127 | 67.000    |
| 46.000 | 1.000 | 0.064 | 47.000    | 57.000 | 1.000 | 0.215 | 58.000    | 67.000 | 1.000 | 0.514 | 66.000    |
| 47.000 | 1.000 | 0.757 | 46.000    | 58.000 | 1.000 | 0.137 | 59.000    | 66.000 | 1.000 | 0.287 | 67.000    |
| 46.000 | 1.000 | 0.739 | 45.000    | 59.000 | 1.000 | 0.577 | 58.000    | 67.000 | 1.000 | 0.797 | 66.000    |
| 45.000 | 1.000 | 0.215 | 46.000    | 58.000 | 1.000 | 0.953 | 57.000    | 66.000 | 1.000 | 0.468 | 67.000    |
| 46.000 | 1.000 | 0.958 | 45.000    | 57.000 | 1.000 | 0.759 | 56.000    | 67.000 | 1.000 | 0.003 | 68.000    |
| 45.000 | 1.000 | 0.034 | 46.000    | 56.000 | 1.000 | 0.205 | 57.000    | 68.000 | 1.000 | 0.319 | 69.000    |
| 46.000 | 1.000 | 0.682 | 45.000    | 57.000 | 1.000 | 0.420 | 58.000    | 69.000 | 1.000 | 0.890 | 68.000    |
| 45.000 | 1.000 | 0.268 | 46.000    | 58.000 | 1.000 | 0.027 | 59.000    | 68.000 | 1.000 | 0.090 | 69.000    |
| 46.000 | 1.000 | 0.375 | 47.000    | 59.000 | 1.000 | 0.022 | 60.000    | 69.000 | 1.000 | 0.690 | 68.000    |
| 47.000 | 1.000 | 0.778 | 46.000    | 60.000 | 1.000 | 0.360 | 61.000    | 68.000 | 1.000 | 0.549 | 67.000    |
| 46.000 | 1.000 | 0.375 | 47.000    | 61.000 | 1.000 | 0.918 | 60.000    | 67.000 | 1.000 | 0.431 | 68.000    |
| 47.000 | 1.000 | 0.414 | 48.000    | 60.000 | 1.000 | 0.966 | 59.000    | 68.000 | 1.000 | 0.379 | 69.000    |
| 48.000 | 1.000 | 0.468 | 49.000    | 59.000 | 1.000 | 0.496 | 60.000    | 69.000 | 1.000 | 0.230 | 70.000    |
| 49.000 | 1.000 | 0.580 | 48.000    | 60.000 | 1.000 | 0.359 | 61.000    | 70.000 | 1.000 | 0.136 | 71.000    |
| 48.000 | 1.000 | 0.234 | 49.000    | 61.000 | 1.000 | 0.231 | 62.000    | 71.000 | 1.000 | 0.137 | 72.000    |
| 49.000 | 1.000 | 0.636 | 48.000    | 62.000 | 1.000 | 0.875 | 61.000    | 72.000 | 1.000 | 0.109 | 73.000    |
| 48.000 | 1.000 | 0.402 | 49.000    | 61.000 | 1.000 | 0.213 | 62.000    | 73.000 | 1.000 | 0.903 | 72.000    |
| 49.000 | 1.000 | 0.594 | 48.000    | 62.000 | 1.000 | 0.717 | 61.000    | 72.000 | 1.000 | 0.211 | 73.000    |
| 48.000 | 1.000 | 0.466 | 49.000    | 61.000 | 1.000 | 0.860 | 60.000    | 73.000 | 1.000 | 0.800 | 72.000    |
| 49.000 | 1.000 | 0.338 | 50.000    | 60.000 | 1.000 | 0.261 | 61.000    | 72.000 | 1.000 | 0.010 | 73.000    |
| 50.000 | 1.000 | 0.819 | 49.000    | 61.000 | 1.000 | 0.364 | 62.000    | 73.000 | 1.000 | 0.488 | 74.000    |
| 49.000 | 1.000 | 0.112 | 50.000    | 62.000 | 1.000 | 0.544 | 61.000    | 74.000 | 1.000 | 0.458 | 75.000    |
| 50.000 | 1.000 | 0.385 | 51.000    | 61.000 | 1.000 | 0.166 | 62.000    | 75.000 | 1.000 | 0.179 | 76.000    |
| 51.000 | 1.000 | 0.365 | 52.000    | 62.000 | 1.000 | 0.260 | 63.000    | 76.000 | 1.000 | 0.073 | 77.000    |
| 52.000 | 1.000 | 0.786 | 51.000    | 63.000 | 1.000 | 0.175 | 64.000    | 77.000 | 1.000 | 0.070 | 78.000    |
| 51.000 | 1.000 | 0.375 | 52.000    | 64.000 | 1.000 | 0.221 | 65.000    | 78.000 | 1.000 | 0.149 | 79.000    |
| 52.000 | 1.000 | 0.985 | 51.000    | 65.000 | 1.000 | 0.252 | 66.000    | 79.000 | 1.000 | 0.351 | 80.000    |
| 51.000 | 1.000 | 0.181 | 52.000    | 66.000 | 1.000 | 0.006 | 67.000    | 80.000 | 1.000 | 0.816 | 79.000    |
| 52.000 | 1.000 | 0.994 | 51.000    | 67.000 | 1.000 | 0.858 | 66.000    | 79.000 | 1.000 | 0.137 | 80.000    |
| 51.000 | 1.000 | 0.179 | 52.000    | 66.000 | 1.000 | 0.023 | 67.000    | 80.000 | 1.000 | 0.676 | 79.000    |
| 52.000 | 1.000 | 0.290 | 53.000    | 67.000 | 1.000 | 0.632 | 66.000    | 79.000 | 1.000 | 0.035 | 80.000    |
| 53.000 | 1.000 | 0.028 | 54.000    | 66.000 | 1.000 | 0.307 | 67.000    | 80.000 | 1.000 | 0.259 | 81.000    |
| 54.000 | 1.000 | 0.531 | 53.000    | 67.000 | 1.000 | 0.063 | 68.000    | 81.000 | 1.000 | 0.526 | 80.000    |
| 53.000 | 1.000 | 0.435 | 54.000    | 68.000 | 1.000 | 0.448 | 69.000    | 80.000 | 1.000 | 0.226 | 81.000    |
| 54.000 | 1.000 | 0.962 | 53.000    | 69.000 | 1.000 | 0.265 | 70.000    | 81.000 | 1.000 | 0.671 | 80.000    |



< 부록 A > 계속

| $f_i$  | bet   | r.n.  | $f_{i+1}$ | $f_i$  | bet   | r.n.  | $f_{i+1}$ | $f_i$  | bet   | r.n.  | $f_{i+1}$ |
|--------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|-----------|--------|-------|-------|-----------|
| 80,000 | 1.000 | 0.938 | 79,000    | 87,000 | 1.000 | 0.834 | 86,000    | 94,000 | 1.000 | 0.305 | 95,000    |
| 79,000 | 1.000 | 0.633 | 78,000    | 86,000 | 1.000 | 0.240 | 87,000    | 95,000 | 1.000 | 0.774 | 94,000    |
| 78,000 | 1.000 | 0.494 | 79,000    | 87,000 | 1.000 | 0.811 | 86,000    | 94,000 | 1.000 | 0.841 | 93,000    |
| 79,000 | 1.000 | 0.607 | 78,000    | 86,000 | 1.000 | 0.613 | 85,000    | 93,000 | 1.000 | 0.289 | 94,000    |
| 78,000 | 1.000 | 0.443 | 79,000    | 85,000 | 1.000 | 0.667 | 84,000    | 94,000 | 1.000 | 0.423 | 95,000    |
| 79,000 | 1.000 | 0.564 | 78,000    | 84,000 | 1.000 | 0.626 | 83,000    | 95,000 | 1.000 | 0.761 | 94,000    |
| 78,000 | 1.000 | 0.144 | 79,000    | 83,000 | 1.000 | 0.769 | 82,000    | 94,000 | 1.000 | 0.857 | 93,000    |
| 79,000 | 1.000 | 0.452 | 80,000    | 82,000 | 1.000 | 0.745 | 81,000    | 93,000 | 1.000 | 0.559 | 92,000    |
| 80,000 | 1.000 | 0.705 | 79,000    | 81,000 | 1.000 | 0.255 | 82,000    | 92,000 | 1.000 | 0.950 | 91,000    |
| 79,000 | 1.000 | 0.059 | 80,000    | 82,000 | 1.000 | 0.106 | 83,000    | 91,000 | 1.000 | 0.066 | 92,000    |
| 80,000 | 1.000 | 0.374 | 81,000    | 83,000 | 1.000 | 0.445 | 84,000    | 92,000 | 1.000 | 0.769 | 91,000    |
| 81,000 | 1.000 | 0.345 | 82,000    | 84,000 | 1.000 | 0.539 | 83,000    | 91,000 | 1.000 | 0.584 | 90,000    |
| 82,000 | 1.000 | 0.534 | 81,000    | 83,000 | 1.000 | 0.880 | 82,000    | 90,000 | 1.000 | 0.322 | 91,000    |
| 81,000 | 1.000 | 0.209 | 82,000    | 82,000 | 1.000 | 0.463 | 83,000    | 91,000 | 1.000 | 0.765 | 90,000    |
| 82,000 | 1.000 | 0.415 | 83,000    | 83,000 | 1.000 | 0.364 | 84,000    | 90,000 | 1.000 | 0.438 | 91,000    |
| 83,000 | 1.000 | 0.290 | 84,000    | 84,000 | 1.000 | 0.422 | 85,000    | 91,000 | 1.000 | 0.125 | 92,000    |
| 84,000 | 1.000 | 0.775 | 83,000    | 85,000 | 1.000 | 0.611 | 84,000    | 92,000 | 1.000 | 0.669 | 91,000    |
| 83,000 | 1.000 | 0.827 | 82,000    | 84,000 | 1.000 | 0.360 | 85,000    | 91,000 | 1.000 | 0.210 | 92,000    |
| 82,000 | 1.000 | 0.217 | 83,000    | 85,000 | 1.000 | 0.300 | 86,000    | 92,000 | 1.000 | 0.126 | 93,000    |
| 83,000 | 1.000 | 0.808 | 82,000    | 86,000 | 1.000 | 0.250 | 87,000    | 93,000 | 1.000 | 0.382 | 94,000    |
| 82,000 | 1.000 | 0.178 | 83,000    | 87,000 | 1.000 | 0.639 | 86,000    | 94,000 | 1.000 | 0.173 | 95,000    |
| 83,000 | 1.000 | 0.914 | 82,000    | 86,000 | 1.000 | 0.089 | 87,000    | 95,000 | 1.000 | 0.483 | 96,000    |
| 82,000 | 1.000 | 0.262 | 83,000    | 87,000 | 1.000 | 0.137 | 88,000    | 96,000 | 1.000 | 0.005 | 97,000    |
| 83,000 | 1.000 | 0.557 | 82,000    | 88,000 | 1.000 | 0.604 | 87,000    | 97,000 | 1.000 | 0.354 | 98,000    |
| 82,000 | 1.000 | 0.316 | 83,000    | 87,000 | 1.000 | 0.584 | 86,000    | 98,000 | 1.000 | 0.229 | 99,000    |
| 83,000 | 1.000 | 0.942 | 82,000    | 86,000 | 1.000 | 0.266 | 87,000    | 99,000 | 1.000 | 0.091 | 100,000   |
| 82,000 | 1.000 | 0.022 | 83,000    | 87,000 | 1.000 | 0.786 | 86,000    |        |       |       |           |
| 83,000 | 1.000 | 0.160 | 84,000    | 86,000 | 1.000 | 0.171 | 87,000    |        |       |       |           |
| 84,000 | 1.000 | 0.468 | 85,000    | 87,000 | 1.000 | 0.379 | 88,000    |        |       |       |           |
| 85,000 | 1.000 | 0.630 | 84,000    | 88,000 | 1.000 | 0.013 | 89,000    |        |       |       |           |
| 84,000 | 1.000 | 0.936 | 83,000    | 89,000 | 1.000 | 0.245 | 90,000    |        |       |       |           |
| 83,000 | 1.000 | 0.210 | 84,000    | 90,000 | 1.000 | 0.612 | 88,000    |        |       |       |           |
| 84,000 | 1.000 | 0.411 | 85,000    | 89,000 | 1.000 | 0.393 | 90,000    |        |       |       |           |
| 85,000 | 1.000 | 0.256 | 86,000    | 90,000 | 1.000 | 0.165 | 91,000    |        |       |       |           |
| 86,000 | 1.000 | 0.428 | 87,000    | 91,000 | 1.000 | 0.229 | 92,000    |        |       |       |           |
| 87,000 | 1.000 | 0.660 | 86,000    | 92,000 | 1.000 | 0.679 | 91,000    |        |       |       |           |
| 86,000 | 1.000 | 0.161 | 87,000    | 91,000 | 1.000 | 0.350 | 92,000    |        |       |       |           |
| 87,000 | 1.000 | 0.765 | 86,000    | 92,000 | 1.000 | 0.855 | 91,000    |        |       |       |           |
| 86,000 | 1.000 | 0.981 | 85,000    | 91,000 | 1.000 | 0.033 | 92,000    |        |       |       |           |
| 85,000 | 1.000 | 0.563 | 84,000    | 92,000 | 1.000 | 0.901 | 91,000    |        |       |       |           |
| 84,000 | 1.000 | 0.758 | 83,000    | 91,000 | 1.000 | 0.291 | 92,000    |        |       |       |           |
| 83,000 | 1.000 | 0.044 | 84,000    | 92,000 | 1.000 | 0.794 | 91,000    |        |       |       |           |
| 84,000 | 1.000 | 0.080 | 85,000    | 91,000 | 1.000 | 0.220 | 92,000    |        |       |       |           |
| 85,000 | 1.000 | 0.456 | 86,000    | 92,000 | 1.000 | 0.620 | 91,000    |        |       |       |           |
| 86,000 | 1.000 | 0.772 | 85,000    | 91,000 | 1.000 | 0.129 | 92,000    |        |       |       |           |
| 85,000 | 1.000 | 0.438 | 86,000    | 92,000 | 1.000 | 0.971 | 91,000    |        |       |       |           |
| 86,000 | 1.000 | 0.004 | 87,000    | 91,000 | 1.000 | 0.349 | 92,000    |        |       |       |           |
| 87,000 | 1.000 | 0.241 | 88,000    | 92,000 | 1.000 | 0.530 | 91,000    |        |       |       |           |
| 88,000 | 1.000 | 0.815 | 87,000    | 91,000 | 1.000 | 0.677 | 90,000    |        |       |       |           |
| 87,000 | 1.000 | 0.319 | 88,000    | 90,000 | 1.000 | 0.054 | 91,000    |        |       |       |           |
| 88,000 | 1.000 | 0.766 | 87,000    | 91,000 | 1.000 | 0.803 | 90,000    |        |       |       |           |
| 87,000 | 1.000 | 0.181 | 88,000    | 90,000 | 1.000 | 0.023 | 91,000    |        |       |       |           |
| 88,000 | 1.000 | 0.869 | 87,000    | 91,000 | 1.000 | 0.223 | 92,000    |        |       |       |           |
| 87,000 | 1.000 | 0.483 | 88,000    | 92,000 | 1.000 | 0.976 | 91,000    |        |       |       |           |
| 88,000 | 1.000 | 0.257 | 89,000    | 91,000 | 1.000 | 0.578 | 90,000    |        |       |       |           |
| 89,000 | 1.000 | 0.469 | 90,000    | 90,000 | 1.000 | 0.316 | 91,000    |        |       |       |           |
| 90,000 | 1.000 | 0.999 | 89,000    | 91,000 | 1.000 | 0.479 | 92,000    |        |       |       |           |
| 89,000 | 1.000 | 0.563 | 88,000    | 92,000 | 1.000 | 0.503 | 93,000    |        |       |       |           |
| 88,000 | 1.000 | 0.637 | 87,000    | 93,000 | 1.000 | 0.365 | 94,000    |        |       |       |           |

2. Bold Strategy 사용시 ;

| $f_i$  | bet    | r.n.  | $f_{i+1}$ |
|--------|--------|-------|-----------|
| 50,000 | 50,000 | 0.665 | 0,000     |

< 부록 B > 2-5회째 Replication실험 결과자료

< 2회 >  $f=50.0$ ; 처리조합 ( $f; p; \alpha$ )에서 각 전략을 사용한 30회 Run의 표본평균(표본분산).

| Strategy                     | $p = .51$       | $p = .53$       | $p = .55$       | $p = .57$       | $p = .59$       | Average           |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Timid1<br>( $\alpha = .02$ ) | 877.4<br>(9.1)  | 997.4<br>(1.7)  | 999.9<br>(0.3)  | 1000.0<br>(0.0) | 1000.0<br>(0.0) | 974.94<br>(2.22)  |
| Timid<br>( $\alpha = .04$ )  | 728.7<br>(15.0) | 952.1<br>(5.9)  | 993.2<br>(2.2)  | 999.3<br>(0.7)  | 1000.0<br>(0.2) | 934.66<br>(4.80)  |
| Timid<br>( $\alpha = .06$ )  | 666.4<br>(14.9) | 884.4<br>(10.4) | 969.1<br>(6.4)  | 991.3<br>(2.6)  | 997.3<br>(1.5)  | 901.70<br>(7.16)  |
| Timid<br>( $\alpha = .08$ )  | 639.5<br>(15.6) | 828.6<br>(11.6) | 928.6<br>(5.0)  | 974.6<br>(4.3)  | 991.4<br>(3.1)  | 872.54<br>(7.92)  |
| Timid<br>( $\alpha = .10$ )  | 593.4<br>(14.7) | 768.1<br>(10.1) | 883.2<br>(9.5)  | 942.2<br>(7.8)  | 973.3<br>(6.2)  | 832.04<br>(9.64)  |
| Timid<br>( $\alpha = .15$ )  | 576.8<br>(13.5) | 699.1<br>(12.4) | 806.5<br>(12.1) | 876.6<br>(8.5)  | 930.9<br>(7.4)  | 777.98<br>(10.78) |
| Timid<br>( $\alpha = .20$ )  | 548.9<br>(18.2) | 648.9<br>(13.6) | 729.3<br>(16.8) | 803.0<br>(14.8) | 859.2<br>(7.2)  | 717.86<br>(14.12) |
| Timid<br>( $\alpha = .25$ )  | 538.6<br>(17.5) | 616.0<br>(15.8) | 687.8<br>(11.8) | 749.9<br>(14.3) | 812.5<br>(12.2) | 680.96<br>(14.32) |
| Bold                         | 515.2<br>(20.0) | 527.4<br>(13.6) | 551.4<br>(17.1) | 569.0<br>(13.0) | 590.7<br>(14.1) | 550.74<br>(15.26) |

< 3회 >  $f=50.0$ ; 처리조합 ( $f; p; \alpha$ )에서 각 전략을 사용한 30회 Run의 표본평균(표본분산).

| Strategy                     | $p = .51$       | $p = .53$       | $p = .55$       | $p = .57$       | $p = .59$       | Average           |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Timid1<br>( $\alpha = .02$ ) | 878.3<br>(11.4) | 997.7<br>(1.5)  | 1000.0<br>(0.0) | 1000.0<br>(0.0) | 1000.0<br>(0.0) | 975.20<br>(2.58)  |
| Timid<br>( $\alpha = .04$ )  | 730.5<br>(13.1) | 954.6<br>(5.2)  | 993.8<br>(2.3)  | 999.1<br>(1.0)  | 1000.0<br>(0.0) | 935.60<br>(4.32)  |
| Timid<br>( $\alpha = .06$ )  | 662.7<br>(15.0) | 886.0<br>(10.9) | 968.9<br>(4.9)  | 991.6<br>(2.8)  | 997.9<br>(1.2)  | 901.42<br>(6.96)  |
| Timid<br>( $\alpha = .08$ )  | 636.5<br>(16.3) | 826.5<br>(12.8) | 932.7<br>(8.2)  | 975.9<br>(4.6)  | 991.6<br>(3.2)  | 872.70<br>(9.02)  |
| Timid<br>( $\alpha = .10$ )  | 598.1<br>(18.2) | 769.7<br>(11.9) | 880.2<br>(13.7) | 943.6<br>(8.9)  | 974.8<br>(4.3)  | 833.28<br>(11.40) |
| Timid<br>( $\alpha = .15$ )  | 580.2<br>(17.3) | 702.7<br>(12.2) | 807.4<br>(11.2) | 879.7<br>(9.2)  | 928.7<br>(7.3)  | 779.64<br>(11.44) |
| Timid<br>( $\alpha = .20$ )  | 543.8<br>(16.2) | 634.4<br>(13.9) | 734.8<br>(10.4) | 805.6<br>(15.2) | 860.9<br>(9.6)  | 715.90<br>(13.06) |
| Timid<br>( $\alpha = .25$ )  | 538.4<br>(16.1) | 616.5<br>(19.1) | 689.2<br>(16.1) | 760.1<br>(11.7) | 809.0<br>(11.5) | 682.64<br>(14.90) |
| Bold                         | 508.1<br>(15.8) | 530.3<br>(13.1) | 554.9<br>(13.9) | 574.4<br>(16.3) | 590.5<br>(14.0) | 551.64<br>(14.62) |

< 부록 B > 계속.

| < 4회 > $f=50.0$ ; 처리조합 ( $f; p; \alpha$ )에서 각 전략을 사용한 30회 Run의 표본평균(표본분산). |                 |                 |                 |                 |                 |                   |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Strategy   | $p = .51$       | $p = .53$       | $p = .55$       | $p = .57$       | $p = .59$       | Average           |
| Timid1<br>( $\alpha = .02$ )   | 879.3<br>(12.3) | 997.1<br>(1.7)  | 1000.0<br>(0.2) | 1000.0<br>(0.0) | 1000.0<br>(0.0) | 975.28<br>(2.84)  |
| Timid<br>( $\alpha = .04$ )  | 728.0<br>(13.9) | 954.1<br>(6.3)  | 993.6<br>(2.1)  | 998.9<br>(1.1)  | 999.9<br>(0.3)  | 934.90<br>(4.74)  |
| Timid<br>( $\alpha = .06$ )  | 664.4<br>(13.7) | 887.4<br>(7.8)  | 969.4<br>(5.5)  | 991.6<br>(2.8)  | 998.1<br>(1.4)  | 902.18<br>(6.24)  |
| Timid<br>( $\alpha = .08$ )  | 637.0<br>(20.2) | 831.5<br>(12.2) | 932.0<br>(8.1)  | 974.5<br>(6.4)  | 990.9<br>(2.8)  | 873.18<br>(9.94)  |
| Timid<br>( $\alpha = .10$ )  | 598.4<br>(17.8) | 766.3(16.9)     | 881.4<br>(10.4) | 942.5<br>(6.0)  | 974.5<br>(5.2)  | 832.62<br>(11.26) |
| Timid<br>( $\alpha = .15$ )  | 579.5<br>(16.6) | 707.6<br>(14.8) | 803.9<br>(12.7) | 877.7<br>(11.3) | 923.8<br>(7.7)  | 778.50<br>(12.62) |
| Timid<br>( $\alpha = .20$ )  | 553.6<br>(15.1) | 648.0<br>(13.1) | 733.2<br>(12.1) | 806.4<br>(13.4) | 863.3<br>(9.2)  | 720.90<br>(12.58) |
| Timid<br>( $\alpha = .25$ )  | 538.9<br>(16.1) | 615.9<br>(15.6) | 690.7<br>(10.8) | 754.0<br>(11.8) | 806.8<br>(13.4) | 681.26<br>(13.54) |
| Bold   | 509.7<br>(14.3) | 527.6<br>(12.1) | 548.1<br>(20.4) | 567.1<br>(19.5) | 592.4<br>(16.5) | 548.98<br>(16.56) |

| < 5회 > $f=50.0$ ; 처리조합 ( $f; p; \alpha$ )에서 각 전략을 사용한 30회 Run의 표본평균(표본분산). |                 |                 |                 |                 |                 |                   |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| Strategy   | $p = .51$       | $p = .53$       | $p = .55$       | $p = .57$       | $p = .59$       | Average           |
| Timid1<br>( $\alpha = .02$ )   | 879.7<br>(11.2) | 997.2<br>(1.5)  | 1000.0<br>(0.0) | 1000.0<br>(0.0) | 1000.0<br>(0.0) | 975.38<br>(2.54)  |
| Timid<br>( $\alpha = .04$ )  | 731.7<br>(17.4) | 954.4<br>(6.8)  | 994.1<br>(2.7)  | 999.1<br>(0.9)  | 999.9<br>(0.3)  | 935.84<br>(5.62)  |
| Timid<br>( $\alpha = .06$ )  | 663.6<br>(12.7) | 885.8<br>(10.9) | 967.2<br>(6.2)  | 991.4<br>(3.2)  | 997.7<br>(1.5)  | 901.14<br>(6.90)  |
| Timid<br>( $\alpha = .08$ )  | 632.4<br>(15.7) | 826.7<br>(9.2)  | 931.1<br>(9.0)  | 975.0<br>(5.6)  | 991.5<br>(3.0)  | 871.35<br>(8.50)  |
| Timid<br>( $\alpha = .10$ )  | 597.0<br>(16.7) | 765.6<br>(12.7) | 883.8<br>(8.9)  | 943.7<br>(8.4)  | 974.6<br>(4.8)  | 832.94<br>(10.30) |
| Timid<br>( $\alpha = .15$ )  | 579.8<br>(14.0) | 706.6<br>(12.9) | 805.6<br>(12.7) | 879.0<br>(10.8) | 929.2<br>(8.8)  | 780.04<br>(11.84) |
| Timid<br>( $\alpha = .20$ )  | 548.7<br>(13.6) | 642.0<br>(16.8) | 727.9<br>(13.5) | 801.8<br>(13.3) | 862.7<br>(12.2) | 716.62<br>(13.88) |
| Timid<br>( $\alpha = .25$ )  | 540.9<br>(11.2) | 620.8<br>(18.3) | 693.2<br>(13.5) | 758.4<br>(12.2) | 810.7<br>(11.0) | 684.80<br>(13.24) |
| Bold   | 508.6<br>(16.7) | 525.6<br>(20.9) | 554.5<br>(17.6) | 567.6<br>(13.5) | 587.1<br>(13.8) | 548.70<br>(16.50) |